

Estudo dos Solos de Municípios do Alto Uruguai, RS

Resumo

A ocupação das terras do norte do Rio Grande do Sul pelos europeus ocorreu com o grande avanço da pecuária pelos campos nativos do planalto. Nos limites do planalto, a região dissecada pelo rio Uruguai e seus afluentes era coberta por uma floresta densa. Sem muito interesse pelos fazendeiros, a região foi colonizada a partir do início do século passado por colonos europeus (alemães e italianos).

Hoje, os municípios de Frederico Westphalen, Taquaruçu do Sul, Vista Alegre, Pinheirinho do Vale, Palmitinho, Seberi, Erval Seco, Iraí, Vicente Dutra, Caiçara, Rodeio Bonito, Pinhal, Novo Tiradentes, Cristal do Sul e Ametista do Sul apresentam pequenas propriedades (± 25 ha) que se fragmentaram ao longo do tempo com uma agricultura familiar em solos muito férteis, mas muito íngremes, pedregosos e rochosos. Poucas atividades, além dos cultivos de sobrevivência, expandem-se em uma economia que depende dos produtos primários das propriedades (leite, mel, criação de pequenos animais etc.)

A terra como um todo está distribuída em formas de relevo muito semelhantes em cada município. No geral, a dissecação erosiva natural formou as "chapadas" (20,70%), que são restos da borda do planalto (nitossolo vermelho). A partir daí, em direção ao rio Uruguai, estabeleceram-se os "espigões rochosos" (14,72%), que são restos de platôs estreitos, íngremes e rochosos (neossolo litólito). As ravinas e encostas profundas (neossolo regolítico) lembram "serras" (36,27%).

Autores

Noel Gomes da Cunha

Eng. Agrôn., M.Sc.
Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Ruy José da Costa Silveira

Eng. Agrôn., Dr. Prof.
UFPel-FAEM, Pelotas RS

Edinei Koester

Geólogo Dr. Prof. da
UFPel, Engenharia Geológica, Pelotas, RS

Fábia Amorim da Costa

Geog. M.Sc. Analista,
Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Vinícius Cantarelli Terres

Acadêmico de Ecologia,
UCPel /RS, bolsista
Embrapa Clima Temperado, Pelotas RS

Juliana Brito da Silva

Química Ambiental, M.Sc
Embrapa Clima Temperado, Pelotas RS

João Tomaz Barcellos Junior

Acadêmico de Eng. Agrícola UFPel / RS,
bolsista
Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Foto: Henrique Couto



Vale entre espigões com cultivos e parte da mata remanescente da Floresta Estacional Decidual Submontana.

Os “vales” são superfícies aplainadas (cambissolo flúvico) no sopé dos espigões (11,14%). Na foz dos afluentes do rio Uruguai ocorrem “espigões degradados” (17,17%), que estão menos íngremes e sofrendo intenso aplainamento (luvisso crômico). São áreas com mais recursos de água e solos, que estabelecem um equilíbrio mais ameno entre relevo e uso da terra.

Os solos mais antigos e profundos, nitossolos vermelhos (chapadas), são muito favoráveis a uma agricultura tecnificada (classes IIse e IIIse). Essas terras seriam “regular” para pequenos agricultores (grupos 1ABC e 1aBC).

Os solos rochosos, neossolos litólicos dos “espigões rochosos”, são próprios à silvicultura (classe VII-1se). Poucas roças estão estabelecidas. No uso atual pertencem ao grupo 2a(b). As “serras” muito íngremes não teriam uso no sistema tecnificado (classe VII-2se). Na pequena agricultura local, estão sendo usadas com roças ocasionais e pastagem cultivada, tendo um uso “restrito” devido à erosão, grupo 3(a)(b).

Os espigões degradados, com solos novos intermitentes (luvisso crômico e chernossolos argilúvicos), podem suportar, em áreas específicas, uma agricultura ocasional (classe VIse). São terras básicas, usadas pela pequena agricultura local; (grupo 1Ab(c)). Os vales, com neossolos regolíticos e flúvicos e cambissolos, são terras próprias a uma agricultura tecnificada limitada (classe IVse). Para a agricultura local, são as melhores terras (grupo 1Ab(c)).

Introdução

A desigualdade social é um problema que se manifesta ao longo do tempo em todas as sociedades organizadas. O ato de crescer no sentido sócio econômico gera, à medida que se propaga, diferenças extremas entre os que se apropriam dos bens e os que contemplam ou são afastados dos sistemas produtivos.

Criar parâmetros que se ajustem aos extremos de crescimento, com divisões equitativas de riquezas físicas do meio rural, são a base das proposições dos governos. Entretanto, os sistemas ao longo do tempo têm se mostrado ineficientes nesse controle entre os que muito

acumulam e os que pouco possuem. São as falhas dos sistemas políticos vigentes de organização da sociedade rural.

Com objetivo de amenizar a baixa renda e as distorções do sistema produtivo rural, devido à distribuição e uso das terras íngremes e com mata, que aconteceu no início do século passado (pequenas áreas de terras – lotes – entregues a produtores rurais pobres), os agricultores e a sociedade estão pleiteando novas tecnologias, próprias ao uso em uma agricultura mais tecnificada. Inicialmente, com estudos dos solos, os órgãos governamentais e segmentos organizados da sociedade procuram alternativas para dar uma nova perspectiva de uso da terra de forma menos degradante, mais produtiva e mais rentável nessas áreas com relevo íngreme, pertencentes à pequenos produtores.

Com as perspectivas promissoras do agronegócio de suprir uma população que cresce desordenadamente, tem-se expandido o objetivo de aumento da produtividade, à custa do uso de insumos, muitas vezes em excesso, mas tolerado pela sociedade. Isto tem-se generalizado, mesmo no uso em pequenas propriedades.

Com isso, a Embrapa, os órgãos governamentais e as entidades sociais que procuram alternativas mais econômicas para os pequenos produtores, estão desenvolvendo projetos para o estabelecimento de ações que viabilizem a produção não contaminada por aditivos químicos; portanto, com maior valor no mercado.

Essas ações se darão em áreas sócio econômicas homogêneas, de pequenas propriedades, denominadas “territórios”, onde possam ser evidenciadas carências comuns e que abram perspectivas de novas ações, as quais dinamizem a conjuntura atual sem agravar os problemas erosivos provocados, que têm sido freqüentes nessas terras, consumindo grande parte da mata local, outrora densa.

A Embrapa, nesse contexto, propõe-se, entre outras atividades, a caracterizar essa região em seus aspectos de recursos naturais relacionados aos solos, geomorfologia,

capacidade de uso e aptidão agrícola das terras.

Para os objetivos deste estudo foram agrupados, nessa região homogênea do Alto Uruguai, os municípios de Frederico Westphalen, Taquaruçu do Sul, Vista Alegre, Pinheirinho do Vale, Palmitinho, Seberi, Erval Seco, Iraí, Vicente Dutra, Caçara, Rodeio Bonito, Pinhal, Novo Tiradentes, Cristal do Sul e Ametista do Sul, que compõem a parte norte da bacia hidrográfica do rio Uruguai no Rio Grande do Sul e que foram “colonizados” por agricultores alemães e italianos a partir do final do século XVIII. Na sua totalidade, são terras íngremes que não eram aproveitadas pela pecuária da época, devido à sua mata, que hoje está em extinção.

Metodologia

A elaboração do mapeamento dos solos, aptidão agrícola das terras, capacidade de uso das terras e formas de relevo da região do Alto Uruguai foram amarradas cartograficamente as cartas topográficas na escala 1:50.000. Nesta etapa, foram georreferenciadas, utilizando o software Erdas, as 9 (nove) cartas topográficas com nomenclatura MI (Mapa Índice): 2884/2 (Itapiranga), 2884/4 (Palmitinhos), 2885/1 (Iraí), 2885/2 (Palmitos), 2885/3 (Frederico Westphalen), 2885/4 (Planalto), 2899/2 (Coronel Bicalho), 2900/1 (Jaboticaba), 2900/2 (Liberato Salzano).

Após identificado e delineado as unidades de mapeamento de solos nas cartas, foram digitalizados as informações. A digitalização foi estruturada no software de SIG (*Sistema de Informação Geográfica*), visando:

- (a) a elaboração de um produto cartográfico adequado e compatível com a escala que se propõe;
- (b) o gerenciamento de informações espaciais e descritivas;
- (c) subsídios para projetos de zoneamento e manejo.

Para a classificação taxonômica dos solos, foi usado o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos, Santos et al. (2006) e o Sistema

de Classificação Americano – *Soil Taxonomy*(USA, *Soil Survey Staff*, 1996).

As terras foram classificadas utilizando-se o sistema denominado Capacidade de Uso das Terras (Lepsch et al., 1983 e ESTADOS UNIDOS, 1951), que se baseia nos fatores limitantes à sua utilização e a seu relacionamento com a intensidade de uso. Este sistema foi elaborado, primordialmente, para atender ao planejamento de práticas de conservação do solo, prevendo oito classes de capacidade de uso, convencionadas pelos algarismos romanos de I a VIII. As classes I, II e III são próprias para culturas anuais, porém os riscos de degradação ou grau de limitação ao uso aumentam da classe I a III; a classe IV somente deve ser utilizada ocasionalmente para culturas anuais, mesmo assim com sérios problemas de conservação.

As classes V, VI e VII são inadequadas para culturas anuais, mas próprias para culturas permanentes (pastagem ou reflorestamento), nas quais os problemas de conservação aumentam da classe V a VII. A classe V é restrita a terras planas inundáveis, e a classe VIII é imprópria para qualquer tipo de cultivo (anual, pastagem ou reflorestamento). Para determinar a capacidade de uso das terras, consideram-se os fatores que possam ser limitantes à produtividade das culturas ao longo do tempo. Os fatores são identificados pela letra minúscula “e” (limitação por suscetibilidade à erosão), “s” (limitação relativa ao solo), “d” (limitação devida ao excesso de água) e “c” (limitação climática).

Os símbolos gerais são considerados subclasses e têm por objetivo evidenciar as principais limitações. No caso, não se considera a subclasse clima como variável para a classificação. Entretanto, a deficiência de água está diretamente relacionada a este fator. As glebas de terras de mesma classe e subclasse, principalmente quando necessitam tratamentos diferenciados pela constituição dos solos, são denominadas de unidades de produção.

Na verdade, essa classificação foi feita para dar condições à implementação efetiva de sistemas de controle à erosão que, no início do século passado, estavam destruindo os solos

na América do Norte.

Aqui no país, esses sistemas têm sido usados para fomentar uma idéia de potencialidade agrícola das terras. Este conceito generalizado parece próprio, pois à medida que a erosão acelerada passou a ser quase debelada por práticas conservacionistas de plantio direto a diferença de risco imediato que, distinguiram uma classe da outra, parece ter se tornado menor.

Assim sendo, cultivar a terra suscetível à erosão acelerada é possível, mas o conjunto de dificuldades e os efeitos inerentes dos tratos culturais ainda são os mesmos; portanto, as diferenças e graus de dificuldades entre classes ainda existem. Situar as diferenças e dificuldades e corrigi-las dentro de uma ordem que efetivamente represente os fatores econômicos parece um caminho para uma nova taxonomia.

Também está sendo usado o sistema de Aptidão Agrícola das Terras (Ramalho Filho & Beek, 1995), que se diferencia do anterior, por procurar atender, embora subjetivamente, a uma relação custo/benefício favorável. No caso, não foram considerados fatores econômicos. Atende-se à uma realidade compatível com a média das possibilidades dos agricultores, numa tendência econômica a longo prazo, sem perder de vista o nível tecnológico adotado.

O sistema consta de seis grupos de aptidão agrícola de terras. São eles os grupos 1, 2, 3 (cultivos anuais), 4 (pastagens cultivadas), 5 (pastagem natural e silvicultura) e 6 (inapto ao uso agrícola). Além disso, o sistema considera três níveis de manejo: A (primitivo, sem tecnologia), B (intermediário, com alguma tecnologia) e C (alto nível tecnológico). Para cada nível de manejo (A, B ou C), a aptidão da terra pode ser "boa" (representada pela letra maiúscula do respectivo manejo), "regular" (letra minúscula), "restrita" (letra minúscula entre parênteses) e "inapta" (ausência de letras).

Para determinar a aptidão agrícola, consideram-se os seguintes fatores limitantes:

fertilidade natural, excesso de água, falta de água, suscetibilidade à erosão e impedimentos à mecanização.

Cada um destes fatores é avaliado quanto à intensidade ou grau da limitação, podendo ser nula (N), ligeira (L), moderada (M), forte (F) e muito forte (MF). O grau de limitação mais acentuado define a classe de aptidão em cada nível de manejo. A avaliação do grau de limitação é baseada na experiência dos executores e em dados regionais.

Os mapas anexados no final do texto indicam a descrição geral da área, solos (classificação taxonômica), formas de relevo, capacidade de uso da terra e aptidão agrícola das terras.

A sequência de atividades desenvolvidas foi:

- a) fotointerpretação preliminar para delineamento de superfícies homogêneas, sob o ponto de vista de tonalidade fotográfica e relevo;
- b) percurso da área para analisar a relação entre as superfícies homogêneas delineadas, material de origem, vegetação, características, distribuição dos solos e coleta de perfis de solos;
- c) confecção da legenda preliminar com as formas de relevo das diferentes superfícies;
- d) novo percurso da área, para certificar-se dos pontos onde havia dúvidas sobre a geologia e solos;
- e) interpretação das análises químicas para caracterização das unidades;
- f) classificação dos solos nos diferentes sistemas taxonômicos: Santos et al. (2006) e no sistema interpretativo (USA, 1996);
- g) confecção dos mapas e relatório descritivo.

As análises químicas necessárias, com exceção da determinação de carbono orgânico, foram realizadas de acordo com os métodos descritos no Manual de Métodos de Análises de Solo Embrapa (BRASIL, 1979), considerando:

- pH em água e pH em KCl;

- Ca^{2+} e Mg^{2+} , extraídos com KCl 1 M e determinados por espectrofotometria de absorção atômica;
- Na^{+} e K^{+} , extraídos com HCl 0,05 M + H_2SO_4 0,025 M e determinados por fotometria de chama;
- P, extraído com HCl 0,05 M + H_2SO_4 0,025 M e determinado por espectrofotômetro;
- H^{+} + Al^{3+} , extraídos com $\text{Ca}(\text{OAc})_2$ 1 M pH 7,0, titulados com NaOH 0,0606 M, utilizando fenolftaleína como indicador;
- Al^{3+} , extraído com KCl 1M, titulado com NaOH 0,025 M, utilizando azul-bromotimol como indicador;
- A determinação do carbono orgânico no solo, descrita por Tedesco et al. (1985), é caracterizada pela oxidação com dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1,25 M) em meio ácido. A determinação do C orgânico envolve a conversão de todas as formas de C para o dióxido de carbono (CO_2) por combustão úmida. O calor é obtido a partir da diluição do ácido sulfúrico (H_2SO_4 concentrado) em água deionizada, pelo aquecimento externo. A titulação é feita por sulfato ferroso (FeSO_4 0,25M). A cor da solução, no início, varia de laranja-amarelado a verde-escuro, mudando para cinza turbido antes do ponto final de viragem e, então, muda abruptamente para um vermelho tijolo, no ponto final da titulação.
- Análise granulométrica determinada por dispersão em água com agente químico (NaOH) e agitação mecânica de alta rotação, sedimentação e determinação de argila pelo método da pipeta, com areia grossa e areia fina, separadas por peneiramento, e silte calculado por diferença, não sendo empregado pré-tratamento para eliminação da matéria orgânica. O teor de argila natural foi determinado apenas com dispersão em água.

Quanto à espessura, os solos estão sendo considerados: muito rasos (0 – 25 cm), rasos (25 – 50 cm), pouco rasos (50 – 75 cm), pouco profundos (75 – 100 cm) e profundos (> 100 cm).

Os solos foram descritos conforme se inserem nas unidades de formas de relevo, aqui diferenciadas nas fotos aéreas, mais

especificamente por seus aspectos geológicos, padrões de drenagem, vegetação, etc.

Assume-se que os solos estão distribuídos neste contexto como apenas mais um dos componentes. Além disso, as formas de relevo se relacionam intensivamente com o uso agrícola das terras, objetivo preponderante neste trabalho. Os perfis foram coletados em cortes de estradas. As estradas municipais dão acesso a todas as propriedades onde a constatação dos solos é feita sem restrições.

Na seção resultados, a qualificação das características dos solos é inserida nas descrições morfológicas das unidades de relevo. São utilizadas terminologias semelhantes que comparam solos regionais com mapas do IBGE (1986) e Costa Lemos, em BRASIL (1973) (Fig. 45 e 46).

Aspectos locais

Os municípios do estudo de solos regionais do Alto Uruguai encontram-se na microrregião de Frederico Westphalen. A colonização básica agrícola desse amplo território partiu do município de Palmeira das Missões, inicialmente ocupado pelos portugueses devido aos seus campos abertos com gramíneas e invasoras e seus bosques de mata intermitente, onde as pastagens eram essenciais para a criação de gado.

Iraí, local de trânsito ao norte do rio Uruguai, destacou-se primeiramente na região. Na época, alguns refugiados da Revolução Federalista estabeleceram-se no local por encontrarem ali fontes de água mineral e grande quantidade de caça e colméias. Nesta época, o lugar era considerado um distrito de Palmeira das Missões (com o nome de Águas do Mel).

Onde hoje se situa o município de Frederico Westphalen, naquela época era um local de parada dos viajantes que seguiam até Águas do Mel.

Lá havia um barril emborcado sobre uma fonte disponibilizando sempre água fresca e um pouco de repouso (razão que, por muito tempo, atribuiu ao município o nome de "Barril").

Esses dois municípios (Iraí e Frederico Westphalen) foram os pioneiros na região a se desligarem de Palmeira das Missões e, inclusive, tiveram partes de seus territórios divididos com outros municípios, a exemplo de Palmitinho, Pinheirinho do Vale e Caiçara.

Segundo Nora e Pigozzo (2007), a região, por seu aspecto desfavorável a criação de gado e área de mata virgem, foi pouco valorizada pelos grandes produtores, que a consideravam desqualificada. Por isso, esses grandes proprietários venderam-nas em pequenos lotes a colonos e pequenos agricultores com o objetivo de colonizar essas partes de mata.

A colonização da região partiu basicamente da divisão minifundiária, com algumas diferenças a nível municipal. Geralmente nos municípios que se emanciparam mais recentemente, houve uma divisão em lotes, mais organizada, que sugere uma intervenção governamental, mas, de uma forma geral, percebe-se que ocorreu uma organização territorial executada pela própria população ao decorrer do tempo. Essa colonização alemã, que chegou no final do século XIX e início do século XX, tomou uma caracterização regional à medida que novas levas de colonos se estabeleciam, mas a história está muito fragmentada, tendo-se disponíveis apenas breves históricos de cada município (**Fig.1 a 6**).

Desde então, o crescimento da região se deu graças à boa qualidade das terras locais férteis para uma agricultura de pequenos produtores. Outras atividades desempenhadas pelos minifundiários, como a suinocultura e a produção de leite, destacaram-se nesse contexto, associadas à um desmatamento intensivo para se estabelecerem roças em um relevo íngreme, pedregoso e rochoso.

Foto: Henrique Couto



Fig 1: Cada pequena propriedade está fundamentada nas suas roças caseiras, poucos animais de leite e de tração para o uso agrícola.

Foto: Henrique Couto



Fig 2: Moradias de tábuas são as construções locais que pouco se modificam com o passar do tempo.

Foto: Henrique Couto

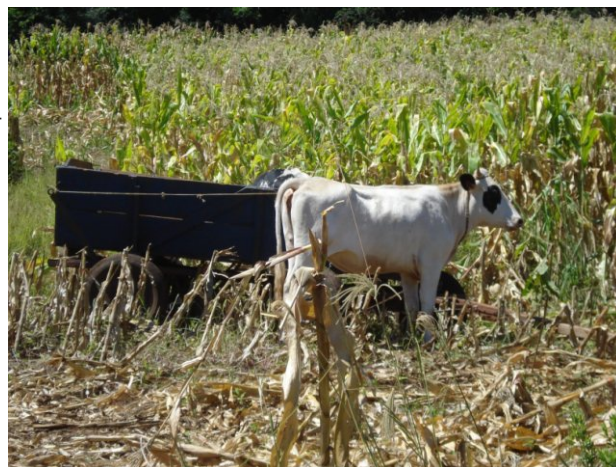


Fig 3: Tração animal e pequenas roças são os recursos que têm sido utilizados em uma agricultura de pequenos agricultores.

Foto: Henrique Couto



Fig 4: Lavoura de milho em fundo de vale. Solos profundos, siltosos e argilosos, muito férteis (luvissole crômico órtico cambissólico).

Foto: Henrique Couto



Fig 5: Espessa formação de basalto vesicular na região de Ametista do Sul.

Foto: Henrique Couto



Fig 6: Ocasional cultivo de parreira na borda dos vales.

Aspectos de vegetação

A vegetação atual que cobre os municípios é praticamente toda constituída por uma sucessão de culturas regionais de inverno e verão (milho e poucos outros cultivos). Praticamente, a terra tem uso contínuo nas duas estações. Ou está cultivada ou está sendo preparada para novas culturas. O controle da nova vegetação dita de invasoras de pequeno porte, que tenta se restabelecer, é feito por práticas de roçagem ou pastoreio intensivo utilizando animais disponíveis para leite e tração de implementos agrícolas (**Fig. 7 a 12**).

Para Rambo (1994), a vegetação do Planalto a partir do município de Ijuí em direção ao norte começa com a intensificação da floresta. Inicialmente, com a ocorrência de campos esparsos entre “capões” de mata de composição semelhante à floresta, o que acentua a hipótese de que a mata estava progressivamente se estabelecendo nas savanas. Não se consideram os efeitos da presença do homem e suas ações agrícolas passadas sobre o estabelecimento dessas savanas.

Ocasionalmente, restam fragmentos isolados de uma mata nativa exuberante, preservada apenas em pequenas áreas, nos fundos dos vales íngremes. Normalmente, a maior parte das raras árvores nativas, de grande porte e de boa qualidade, são encontradas esparsas nos vales, onde os agricultores construíram suas casas em função da disponibilidade de água local. Além da sombra e dos contrastes altimétricos, com as frutíferas introduzidas na região, estas espécies, atualmente pouco comuns, parecem ter, nesta nova geração de agricultores, uma garantia de preservação mais pelas formas exuberantes do que pelo valor atual.

IBGE (1986) considera que, ainda no início do século passado, a área originalmente fazia parte da Floresta Estacional Decidual Submontana. Na verdade, em relação à floresta, só resta a suspeita de que o antropismo, tanto causado pelos imigrantes como pelos índios locais, seja o responsável pelos indícios iniciais de degradação do sistema florestal.

Atualmente, há o domínio de arbustos de espécies mais resistentes a esse intensivo desmatamento para se estabelecer áreas para culturas. Nos vales dos rios, IBGE (1986) considera que os restos da Floresta Estacional Decidual Submontana sejam contínuos.

O intenso desmatamento da floresta se efetivou com o uso progressivo das terras para a implementação de cultivos de subsistência, pastagens e serrarias. A ocupação agrícola e pecuária progressiva, que foi intensa nos últimos anos, está adaptada principalmente às dificuldades impostas pelo relevo das terras. Atualmente, a quase totalidade das áreas é ocupada por culturas cíclicas. Entretanto, somente o Parque Florestal Estadual do Turvo, no município vizinho de Derrubadas, preserva intacto o que restou da exuberante floresta, em uma área que cobre 50% do município.

IBGE (1986), analisando o contexto climático local, descreve que durante o ano há dois períodos térmicos distintos: um, com temperatura média das médias superior a 20°C, durante os meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro (verão), e outro, com temperatura média das médias inferior a 15°C, nos meses de junho, julho e agosto (inverno). Não foram observados períodos de déficit hídrico.

O mesmo órgão de pesquisa descreve a estrutura da Floresta Estacional Decidual Submontana, ora representada por dois estratos arbóreos distintos: um, emergente, aberto e decíduo, com altura variando entre 25 e 30 metros, e outro, dominante e contínuo, com altura não superior a 20 metros, formado principalmente por espécies perenifoliadas, além de um estrato de arvoretas. Comenta, ainda que a fisionomia decidual desta floresta é determinada pelo estrato emergente, dominado por leguminosas caducifólias, onde se destacam a grábia (*Apuleia leiocarpa*) e o angico (*Parapiptadenia rigida*). Acentua que há uma diversificada florística, com aspectos distintos, em função de pequenas variações ambientais determinadas por parâmetros litológicos, geomorfológicos, edáficos e climáticos.

Descrevendo essa floresta, IBGE (1986) comenta que os elementos arbóreos que constituem o estrato emergente da Floresta Estacional Decidual são de origem tropical, apresentando, portanto, dois períodos fisiológicos distintos: um higrófito, de alta transpiração, quando com folhas; e outro, xerófito, sem transpiração, quando sem folhas. O caráter de estacionamento, pelos efeitos do clima, para esta região florestal, é determinado pelo período de baixas temperaturas que, fisiologicamente, exerce sobre as plantas o mesmo efeito da seca.

Para o citado órgão de pesquisa, as variações nos gradientes ecológicos fundamentais permitiram a individualização da formação Submontana, limitada às condições altimétricas entre 30 e 400 metros. Esta formação Submontana ocupa formas de relevo que variam de suavemente ondulado a dissecado (superfícies muito rugosas).

De acordo com a mesma fonte, na sua estrutura, esta formação florestal caracteriza-se localmente por apresentar um estrato arbóreo emergente, onde predominam grábia (*Apuleia leiocarpa*), angico (*Parapiptadenia rigida*), cabriúva (*Myrocarpus frondosus*), louro (*Cordia trichotoma*), cedro (*Cedrela fissilis*), canjerana (*Cabralea canjerana*), umbu (*Phytolacca dioica*) e canafístula (*Peltophorum dubium*); e outro estrato dominado constituído por guajuvira (*Patagonula americana*), açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), canela-preta (*Nectandra megapotamica*), batinga (*Eugenia rostrifolia*), canela-guaicá (*Ocotea puberula*), guatambú (*Balfourodendron riedelianum*) e mata-olho (*Pachystroma longifolium*); ainda um estrato de arvoretas formados por laranjeira do mato (*Actinostemon concolor*), cincho (*Sorocea bonplandii*) e catinguá (*Trichilia clausenii*); além da regeneração de espécies dos estratos superiores.

Nesses possíveis contatos desta floresta com a estepe Gramíneo Lenhosa, IBGE (1986) cita como espécie dominante barba-de-bode (*Aristida pallens*).

Foto: Henrique Couto



Fig 7: Cultivo de figueiras e rutáceas nas superfícies aplainadas dos vales.

Foto: Henrique Couto



Fig 8: Vales aplainados, onde as encostas cultivadas dos espigões começam a apresentar os efeitos erosivos em sulcos.

Foto: Henrique Couto



Fig 9: Encostas com processos erosivos cobertos parcialmente pelos cultivos, com restos da mata nativa.

Foto: Henrique Couto



Fig 10: Espigões em processo de degradação, onde há aplainamentos. Os solos (luvisolos crômicos) são mais profundos do que nas encostas e espigões.

Foto: Henrique Couto



Fig 11: Topo de espigão com superfícies rochosas e ásperas, devido parcialmente a remoção da vegetação para o estabelecimento de roças.

Foto: Henrique Couto



Fig 12: Cultivos de parreiras nas encostas com solos residuais muito cascalhentos, mas muito férteis.

Algumas espécies, como timbó (*Ateleia glazioviana*), ainda ocorrem nas bordas das estradas e campos poucos cultivados. Além disso, nas áreas de drenagem, são encontradas em meio a capões, taquaruçu (*Bambusa trinii*), corticeira (*Erythrina crista-galli*) e algumas espécies de Xaxim (*Dicksonia sp.*).

No início da primeira picada, construída pelos colonos na rota para Erval Seco no fim do platô, onde os campos eram limitados pela mata, constatou-se que a taquaruçu (*Bambusa trinii*), grápia (*Apuleia leiocarpa*), canela-de-veado (*Helietta apiculata*), camboatá (*Matayba elaeagnoides*), canela-loura (*Ocotea spixiana*), açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), cabriúva (*Myrocarpus frondosus*), canela-do-brejo (*Machaerium glabrum*), timbó (*Ateleia glazioviana*) e rabo-de-bugio (*Dalbergia frutescens*) compõem o início do relevo áspero escarpado e rochoso com solos pedregosos e rasos, onde a mata era densa.

Aspectos geológicos

A caracterização do embasamento geológico regional do Planalto tem sido, de certa forma, aceita de maneira muito generalizada como um domínio de basaltos. Entretanto, há necessidade de uma diferenciação nestas variações rochosas locais, pois a constituição dessas rochas vulcânicas semelhantes é muito diversificada nesses estratos (geralmente paralelos horizontais).

Conforme Holz (1999), até o período Jurássico, parte do RS era coberta por um deserto arenoso aplainado, proveniente de depósitos fluviais anteriores.

O mesmo autor acentua que o Planalto e a Serra Gaúcha, com seus quase mil metros de altitude, existem graças ao vulcanismo de fissuras que está relacionado à fragmentação do supercontinente Pangéia, que começou a ocorrer há 190 milhões de anos. Estudos geomorfológicos mais precisos identificam um intervalo da ordem de 10 milhões de anos para o evento da Bacia do Paraná, com idades entre 138 e 128 Ma (Roisenberg & Viero, 2000).

Descrevendo o evento, Holz (1999) acentua que o vulcanismo produziu lava em quantidade suficiente para cobrir praticamente todo o deserto de areias que havia na região.

Os primeiros pulsos de lava eram fracos e duravam pouco tempo. Eram limitados e geograficamente localizados em apenas algumas áreas descontínuas. Logo o vento os recobriu de areia.

Mas, com o passar do tempo, os pulsos vulcânicos ficaram mais frequentes e fortes. A lava brotava em corridas sucessivas, não deixando tempo para a areia eólica cobrir a rocha formada. Assim, a paisagem do Estado, que era uma planície arenosa e seca, foi novamente modificada, e o grande mar de areia desapareceu sob uma sequência muito espessa de rochas basálticas.

Acentua-se ainda, que demoraria algumas centenas de anos para resfriar a planície e transformar o último vestígio de lava em basalto.

A paisagem sul do Planalto Rio-Grandense se transformou em uma imensa área relativamente plana, totalmente constituída de basalto nu, sem cobertura de solo nem vegetação. Com o decorrer do tempo, gradativamente os processos de erosão e intemperismo criaram uma camada de solo na superfície rochosa recém formada. Rios e lagos se instalaram novamente e transformaram o Planalto.

Para o autor, ainda no Jurássico, após ou concomitante com o intenso vulcanismo de fissuras, que terminou com a existência do deserto, iniciou-se a fragmentação do continente.

Segundo Leinz & Amaral (1975), as lavas vulcânicas possuem velocidade de acordo com as formas, texturas e estruturas, que dependem da viscosidade. As quantidades e as condições topográficas também exercem influência no que diz respeito ao modelamento superficial do terreno.

As lavas viscosas, via de regra, são aquelas ricas em sílica, de composição química semelhante à das rochas graníticas, e são denominadas lavas ácidas.

Este tipo de lava forma derrames curtos, espessos, raras vezes bifurcados, como consequência da alta viscosidade. À frente e os flancos dos derrames são abruptos. Em casos de viscosidade muito elevada, não se derramam e, sim, formam-se cúpulas de represamento e até extrusões quase sólidas. Consolidam-se rapidamente e não há tempo suficiente para a formação de cristais, que exigem a ordenação e agrupamentos dos átomos. Forma-se, então, o vidro vulcânico, amorfo. A cor é preta, podendo, às vezes, ser avermelhada ou leitosa.

Este se deve à difusão de bolhas microscópicas de gases, enquanto que a cor vermelha é consequente da oxidação do ferro. Quando as condições de pressão e de viscosidade são favoráveis, há expansão dos gases contidos na lava. Forma-se uma verdadeira espuma que, ao se consolidar, dá origem a pedra-pomes. Nos vidros, tais gases se encontram dissolvidos.

As lavas fluídas, por sua vez, são normalmente de constituição básica, ou seja, são pobres em sílica, tendo a composição química análoga à das rochas basálticas. Possuem grande mobilidade e, durante o derramamento, ajustam-se às irregularidades do terreno. Sendo grande o declive, a corrida é fina e estreita.

O mecanismo do movimento é análogo ao de um líquido. Ele é mais rápido no centro da corrente, diminuindo nas bordas. A consolidação se dá tanto pela irradiação térmica da lava para a atmosfera, como pela condução do substrato.

A lava torna-se coberta por uma crosta sólida, cujo aspecto se modifica constantemente, graças ao movimento do derrame.

A superfície apresenta-se com aspectos variáveis, dependendo do grau de viscosidade e da quantidade de gases contidos. Assim, o derrame pode tomar o aspecto de lava em blocos ou lava em corda.

Na lava, em blocos, a superfície é áspera, fendilhada, resultando, no aspecto geral, em fragmentos agudos e lascas.

As vesículas de gases no seu interior são raras e, quando presentes, são grandes e de formas irregulares. A cor é frequentemente avermelhada, graças à oxidação provocada pelo ar que percola facilmente pelas fendas da lava.

O resfriamento é relativamente rápido e a quantidade de gases é grande, sendo estes os fatores que determinam o tipo de lava. O escape dos gases ou a concentração em grandes bolhas influem também no aspecto morfológico deste tipo de lava. À frente constitui-se num amontoado de blocos em movimento. Esta frente é rica em pequenas vesículas resultantes da inclusão dos gases durante a consolidação.

A lava em corda movimenta-se como uma massa pastosa fluída, coberta por uma película consolidada, que se enrugua pelo movimento, tomando a forma de cordas perpendiculares à direção do movimento.

Durante a corrida, a lava esfria-se e consolida-se rapidamente na superfície e na base, podendo formar um canal ou túnel consolidado em volta da lava ainda em fusão e em movimento.

Assim sendo, uma lava pode correr sobre um substrato, provocando pouco ou nenhum metamorfismo térmico como ocorreu onde o basalto se derramou sobre o arenito (Botucatu, Mesozóico) sem modificá-lo em grande escala (município de Manuel Viana). Tais derrames consecutivos determinaram espessuras consideráveis, de várias centenas de metros, em muitos lugares.

Para IBGE (1986), a formação Serra Geral que forma o Planalto do RS, constituiu-se numa sucessão de corridas de lavas, de composição predominantemente básica, apresentando uma sequência superior identificada como um domínio relativo de efusivas ácidas.

Nas sequências básicas inferiores, regionalmente, é possível a identificação de poucos níveis vulcânicos ácidos, que apresentam pequenos volumes e restrita continuidade.

Diques e corpos concordantes de diabásio, encaixados em unidades rochosas mais antigas, e relacionados às efusivas, ocorrem ocasionalmente na área (**Fig.13 e 14**).

Ainda para IBGE (1986), os drenos, tendo se extravasado desde o Triássico Superior, desenvolveram-se de modo significativo durante o Juracretáceo. No geral, considera-se como agrupando uma espessa sequência de vulcanitos, eminentemente basálticos, podendo conter termos ácidos intercalados, que se tornam mais abundantes no topo do pacote.

Estes vulcanitos, ou emissores de lava ácida, estão intimamente relacionados aos processos geodinâmicos que culminaram com a abertura do Atlântico Sul e a consequente separação continental América do Sul - África.

Localmente, é nítida uma sequência de derrames de efusivas básicas, com pouca mudança na constituição. Observam-se as ocorrências superficiais esparsas, frequentes afloramentos e pequenas deposições de rochas nos vales íngremes e suas bordas, onde há espigões com rochosidade saliente na superfície.

A forma do estabelecimento dos níveis de basalto, sobre a superfície do arenito Botucatu e a espessura das camadas de rochas vulcânicas, tem um significado muito grande na constituição das reservas de água subterrâneas.

IBGE (1986) relata que as camadas de basalto são mais espessas no norte e leste do estado, chegando a 1.000 metros. Diminuem para oeste e sul, com espessura de 30 a 50 metros em Santa Maria. Em poços perfurados em municípios mais ao sul da região Celeiro, tem sido encontrado o aquífero a profundidades de 180 a 200 metros, no arenito Botucatu.

Como regra geral, tais rochas, são pouco fissuradas superficialmente, pelos processos de ajustes das camadas, porque são de idades mais recentes, logo os ajustes da crosta foram menos intensivos.

As diáclases (fraturas) das rochas ocorrem normalmente nas camadas mais profundas, nas quais o peso dos blocos rochosos conduz a ajustes que causam fraturas.

Além disso, a extrusão de basalto de natureza alcalina em pequenas espessuras, condicionou um diaclasamento horizontal entre os diversos estratos.

Assim sendo, as camadas superficiais, pouco fraturadas, não são infiltradas pela água das chuvas em níveis significativos, como ocorre com as rochas graníticas, que chegam à superfície já fissuradas. Localmente, poucos poços exploram águas nas reservas de fissuras, com baixo aproveitamento em termos quantitativos.

Em virtude disto, tais rochas não expõem vertentes nas encostas como os granitos da região Sul do Estado. Os granitos expõem vertentes ao longo das encostas modelando a ocorrência e natureza da vegetação de acordo com a disponibilidade de umidade localizada. As rochas efusivas básicas somente são boas receptoras de água quando são porosas, pela ocorrência de vesículas nos derrames.

Mesmo assim, a porosidade só é efetiva quando as camadas são fendilhadas (diaclasadas), para a união dos macroporos se constituírem em vazios significativos de reservas de água.

Normalmente, em tais configurações rochosas horizontais sólidas, de textura pouco porosa, a água retida está apenas nas camadas muito argilosas dos solos locais e se move nas encostas, quando há saturação dos horizontes inferiores, através da alta porosidade do material residual.

Assim, as bacias depressivas arredondadas (côncavas), que se assemelham, em alguns casos, a pequenas veredas, produto inicial do processo erosivo nesta dissecação gradativa e uniforme das encostas, são muito uniformes em todos os aspectos e contêm poucas reservas de água, seguindo um modelo liso de encosta (ocorrem somente nas chapadas conservadas do planalto).

Não há nascentes que possibilitem a mudança da vegetação, a não ser mera adaptação às variações e ao clima local.

Solo e vegetação apresentam o mesmo modelo fisiográfico, em função de uma disponibilidade mais constante e uniforme de umidade ao longo dos anos.

Foto: Henrique Couto



Fig 13: Intrusões ocasionais de diabásio nas rochas efusivas básicas da região.

Foto: Henrique Couto



Fig 14: Estratos diversificados em derrames sucessivos de rochas vulcânicas.

Formas de relevo

Chapadas residuais (Pa)

São formas de relevo aplainadas convexas que sobraram, como representantes elevadas, parcialmente isoladas pelos drenos naturais, de uma superfície única. Compunham a superfície da plataforma de um planalto que está sendo erodido.

À medida que os efeitos progressivos da erosão foram mais severos, nas bordas do rio Uruguai, ao longo do tempo, alguns estratos isolados distantes, em nível superior, foram conservados.

Possivelmente pertençam à intrusões rochosas vulcânicas diferenciadas, mais silicosas, modeladas ainda como chapadas.

São pequenos platôs com aspectos de *inselbergs*. Pouco contrastam nas suas formas com as chapadas de relevo também aplainado, de nível pouco inferior, das formações rochosas de basalto de natureza mais alcalina ou menos vitrificada que ainda se encontram nos municípios situados mais distantes, ao sul do rio Uruguai.

Nas pequenas chapadas locais, essas páleo superfícies elevadas, estreitas e alongadas, ocorrem muito raramente com pequenos estratos rochosos, sendo alternadas com superfícies de camadas residuais ainda espessas em níveis pouco inferiores. São superfícies equidistantes dos vales depressivos, compondo o divisor de águas que corre paralelo aos vales.

Apresentam um relevo aplainado a suave ondulado no nível superior. Sutilmente se inserem sobre as partes inclinadas de nível inferior ainda formando chapadas remodeladas (Po). Apresentam bordas extensas, pouco diferenciadas, no contato com os inícios dos segmentos depressivos das chapadas remodeladas que formam as encostas até os vales.

São formas pouco diferenciadas de mesetas já pouco aplainadas, ou seja, muito atacadas no tempo pelos processos erosivos naturais lentos e constantes.

Os declives das suas encostas são de aproximadamente 10 a 15%; nas bordas, são maiores e distintos nos contatos com os vales. Entretanto, esses contrastes altimétricos não impedem o uso agrícola generalizado.

Com isso, as atividades mecanizáveis agrícolas são contínuas ao longo das propriedades.

Essas chapadas ocupam as cotas próximas aos 500 metros (**Fig.15 a 19**).

Acredita-se que as superfícies, ocasionalmente, estejam mais conservadas isoladamente porque o sistema rochoso seria constituído por uma diversificação muito grande de camadas de rochas vulcânicas.

As mais vitrificadas seriam mais resistentes. Seus resíduos argilosos antigos no nível superior aparentam uma cor mais vermelho-amarelada do que as cores vermelhas fortes

dos solos menos atacados pelo clima quaternário úmido que ocorre na parte inferior das encostas expostas mais recentes.

Na decomposição dos basaltos, dacitos e rioclitos em climas quentes e úmidos passados, houve, inicialmente, produção de altos níveis de compostos ferruginosos (óxidos), que se agregam nas partículas dos solos de nível inferior (argilas), sem terem sido significativamente transportados, formando perfis muito semelhantes em relação à variação textural e à perda de bases trocáveis e sílica.



Fig 15: Chapadas residuais com drenos naturais conservados na borda do Planalto, pouco profundos e sem sulcos que representam um relevo antigo, desenvolvido em clima seco.



Fig 16: Nitossolo vermelho distroférico latossólico nas chapadas mais elevadas da borda do Planalto.

Nesse contexto, Klamt (1969) apresenta a constituição mineralógica mais meteorizada da unidade Erechim e acentua as suas variações em relação às unidades Ciríaco e Charrua.

Raramente onde há pequenos gradientes hidráulicos, nas bordas das mesetas, quando comparados na catena (sequência de perfis de solos distribuídos desde os topos das chapadas até as bordas dos vales), esses perfis apresentam variações significativas, principalmente em termos de profundidade, textura, estrutura e composição química.

Essas variações de solos no relevo e sua mineralogia foram constatadas por Klamt (1969) e caracterizadas em perfis adicionais (*Intergrades*). Nas partes superficiais mais altas, aplainadas e contínuas, os solos são mais profundos e mais pobres, pois os processos antigos e naturais de meteorização, intensos e gradativos, que foram mais amenos à medida que a superfície antiga era gasta.

Concomitante com a remoção pela erosão laminar quase total dos latossolos que cobriam essas superfícies na borda do planalto, houve a intensificação dos processos erosivos naturais quaternários, decorrentes das maiores cargas hidráulicas, resultando na segmentação das chapadas no sentido perpendicular ao rio Uruguai.

Esses processos acelerados de erosão contribuíram para a rápida dissecação desse planalto, além dos processos de meteorização em minerais mais suscetíveis à intemperização, expostos ao longo dos tempos.

Os basaltos máficos eram dominantes nessas deposições estratificadas em locais inferiores.

Entretanto, como esse avanço erosivo superficial é relativamente lento, possibilita a pouca conservação de solos profundos já intemperizados, que se ajustam ao processo erosivo do clima atual.

Supõe-se que a formação morfológica distinta destas mesetas, antigas e remodeladas, seja apenas devida a variações climáticas atuais, já que o fluxo da carga hidráulica moldou a maior parte do relevo em formas mais depressivas, desgastadas com vales íngremes e superfícies

elevadas em forma de espigões que se gastam aceleradamente, sem variações para qualquer sub-bacia hidrográfica.

Em relação ao relevo regional antigocomposto por chapadas de solos laterizados, as formas atuais, embora tenham uma tendência de acumularem óxidos de ferro bem distribuídos até a parte inferior do perfil, não apresentam qualquer espécie de concreção ou nódulos em trânsito nas encostas.

É de se constatar que o clima não foi suficientemente úmido, em qualquer época, para remover o ferro do perfil. Não há concreções significativas, nem lateritas que indiquem precipitações elevadas e transporte de ferro.

Nas encostas, há maior ocorrência de perfis menos intemperizados, definidos como profundos, mas com um gradiente textural mais alto, como se o isolamento da chapada contribuísse para o transporte das argilas do horizonte superficial juntamente com maiores quantidades de água percolada. Essa característica propõe a existência de um clima passado ameno, sem muita sobra de água para a percolação.

Neste contexto inferior no relevo estão situados os bem estruturados nitossolos vermelhos eutroféricos latossólicos (**Tabela 1**). Nas partes mais centrais, os nitossolos vermelhos distroféricos latossólicos se assemelham mais aos latossolos, que, possivelmente, eram dominantes em épocas passadas (**Tabela 1 e 2**).

Essas chapadas compõem as terras mais aplainadas dos municípios centrais. Sem floresta e com gramíneas resistentes às carências de água e nutrientes, sempre foram cultivadas intensamente, após a colonização local, apesar de estarem em áreas de risco, pela alta suscetibilidade à erosão.

A provável deficiência hídrica em pequenos espaços de tempo, ou até mesmo em quase todo o verão, tornou-se um risco geralmente aceitável.

Tais áreas tornaram-se próprias à cultivos anuais, após a correção da acidez que ocorreu a partir dos anos 60 do século passado. São terras atualmente muito valiosas, pois são

próprias à uma agricultura mecanizável, onde as limitações são apenas a fertilidade do solo e suscetibilidade à erosão (classe IIIse). A erosão em sulcos provocada, que foi muito atuante no passado em todas as formas de manifestação, vem sendo visualmente corrigida pelos processos de plantio direto.

Entretanto, atualmente, não há pesquisas que comprovem a minimização desse processo erosivo laminar. Não há índices que comprovem a sua total eficiência, pois o tempo é longo para efeitos visuais serem constatados.

Quanto à aptidão agrícola proposta por Ramalho Filho & Beek (1995), estas terras, grupo 1aBC, são "boa" para usuários com médias e altas tecnologias, que dispõem de



Foto: Henrique Couto

Fig 17: Solos profundos cobertos por argilas dispersas no topo das chapadas, estruturados e muito laterizados, que se assemelham aos latossolos e nitossolos.



Foto: Henrique Couto

Fig 18: Solos profundos com macro estruturas, muito laterizados dos topos das chapadas transicionais entre nitossolos e latossolos.

Tabela 1. Informações do perfil Fred-4 – Chapadas residuais (Pa). Embrapa Clima Temperado, Frederico Westphalen, RS, 2009

a) Classificação: SBCS (2006) – NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico latossólico. *Soil Taxonomy: Rhodic Paleudult*. b) Localização: coordenadas planas (UTM – Fuso 21) E = 0261163 m – N = 6973471 m. c) Geologia regional: basalto. d) Material de origem: basaltos máficos. e) Geomorfologia: platôs com vales pouco dissecados. f) Situação do perfil: centro de platô. g) Declividade: 2 – 10%. h) Erosão: não constatada. i) Relevo: platô suave ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: moderada a fraca. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: cultivos. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A	0 – 20	Vermelho-escuro (2,5 YR 3/6) seco; vermelho-escuro (2,5 YR 3/6) úmido; franco-argiloso; granular e blocos subangulares grandes e pequenos, moderada; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; transição difusa.
AB	20 – 40	Vermelho-escuro (2,5 YR 3/6) úmido e seco; franco-argiloso; granular e blocos subangulares grandes e pequenos, moderada; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; transição difusa.
Bnit1	40 – 80	Vermelho-escuro (2,5 YR 3/6) úmido e seco; argila; blocos subangulares grandes que se segmentam em pequenos; muito plástico, muito pegajoso, muito friável, lig. duro; transição difusa.
Bnit2	80 – 120	Vermelho (2,5 YR 4/6) úmido e seco; argila; blocos subangulares grandes, que se segmentam em pequenos; muito plástico, muito pegajoso, muito friável, lig. duro; transição difusa.
Bnit3	120 – 180	Vermelho (2,5 YR 4/6) úmido e seco; argila; blocos subangulares grandes, que se segmentam em pequenos; muito plástico, muito pegajoso, muito friável, lig. duro; transição difusa.
Bnit4	180 – 250	Vermelho-escuro (10 R 3/6) úmido e seco; argila; blocos subangulares grandes, que se segmentam em pequenos, fraca a moderada; muito plástico, muito pegajoso, muito friável, lig. duro.

Fatores	Horizontes						Fatores	Horizontes					
	A	AB	Bnit1	Bnit2	Bnit3	Bnit4		A	AB	Bnit1	Bnit2	Bnit3	Bnit4
Espessura (cm)	0-20	20-40	40-80	80-120	120-180	180 – 250	T(arg.)	13	9	7	7	6	6
C. orgânico (g kg ⁻¹)	22,80	9,70	5,50	5,70	6,00	7,50	V	52	81	75	63	50	49
M. O. %	3,94	1,68	1,29	0,98	1,04	0,94	Sat. Al	–	–	–	–	–	–
P (mg kg ⁻¹)	0,40	0,00	0,70	1,40	1,00	1,10	Fe (total)	–	–	–	–	–	–
pH (H ₂ O)	4,08	4,53	4,54	4,31	4,12	4,13	Calhaus (g kg ⁻¹)	–	–	–	–	–	–
pH (KCl)	4,17	4,43	4,45	4,26	4,08	4,13	Cascalho	–	–	–	–	–	–
Ca (c mol. kg ⁻¹)	2,06	3,54	3,30	1,83	1,16	1,25	Areia grossa	14	9	9	10	10	6
Mg	0,54	0,49	0,51	0,87	0,50	0,50	Areia fina	70	65	62	65	57	59
K	0,12	0,13	0,17	0,12	0,09	0,13	Silte	409	361	218	259	271	252
Na	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	Argila	507	565	711	666	662	687
S	2,74	4,18	4,00	2,84	2,06	1,90	Argila natural	23	4	23	3	4	6
Al	1,00	0,27	0,25	0,63	1,24	1,41	Agregação	95	99	97	99	99	99
H + Al	2,50	1,00	1,30	1,70	2,10	2,00	Silte/argila	0,81	0,64	0,31	0,39	0,41	0,37
T	5,24	5,18	5,30	4,54	4,16	3,90	Textura *	–	–	–	–	–	–

* Texturas : Cp – muito argiloso; C – argila; SC – argilo-arenoso; SiC – argilo-siltoso; CL – franco-argiloso; SiCL – franco-argilo-siltoso; SCL – franco-argilo-arenoso; L – franco; SiL – franco-siltoso; SL – franco-arenoso; Si – silte; LS – areia-franca; S – areia.



Fotos: Henrique Couto

Fig 19: Montagem de fotos com nitossolos transicionais para latossolos, em que os processos erosivos estão sendo minimizados (vê-se a dispersão das argilas, ao longo dos cortes antes e após as chuvas, cobre na parte inferior do perfil, as unidades estruturais).

Tabela 2. Informações dos perfis Si-3 e Cr-3 – Chapadas residuais (Pa). Embrapa Clima Temperado, Caiçara e Cristal do Sul, RS, 2009

a) Classificação: SBCS (2006) – NITOSSOLO VERMELHO Distroférico latossólico; *Soil Taxonomy: Rhodic Paleudult*. b) Localização: coordenadas planas (UTM – Fuso 21) E = 0262793 m – N = 6955726 m. c) Geologia regional: basalto. d) Material de origem: basaltos máficos. e) Geomorfologia: chapadas. f) Situação do perfil: meia encosta. g) Declividade: 5%. h) Erosão: não há. i) Relevô: suave ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: moderada. l) Pedregosidade: 1%. m) Rochosidade: 1%. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: mata nativa – floresta conservada. p) Descrição do perfil:

Vegetação: mata nativa		terceira conservada: p/ Ecologia do pomar
(hz)	(cm)	(solo – Si-3)
A	0 – 20	Bruno-avermelhado-escuro (2,5 YR 3/4) seco; vermelho-escuro-acinzentado (10 R 3/4) úmido; franco-argiloso; blocos subangulares e grandes e pequenos, moderada; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; transição difusa.
AB	20 – 40	Bruno-avermelhado-escuro (2,5 YR 3/4) úmido e seco; franco-argiloso; blocos subangulares grandes e pequenos, moderada; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; transição difusa.
Bnit1	40 – 60	Vermelho-acinzentado (10 R 4/4) úmido e seco; argila; blocos subangulares grandes que se segmentam em pequenos, moderada; muito plástico, muito pegajoso, muito friável, lig. duro; transição difusa.
Bnit2	60 – 80	Vermelho-escuro (2,5 YR 3/6) úmido e seco; argila; blocos subangulares grandes que se segmentam em pequenos e médios, moderada; muito plástico, muito pegajoso, muito friável, lig. duro; transição difusa.
Bnit3	80 – 100	Vermelho (2,5 YR 4/6) úmido e seco; argila; blocos subangulares grandes, que se segmentam em pequenos e médios, moderada; muito plástico, muito pegajoso, muito friável, lig. duro; transição difusa.
Bnit4	100 – 130	Vermelho (2,5 YR 4/6) úmido e seco; argila; blocos subangulares grandes, que segmentam em pequenos e médios, fraca; muito plástico, muito pegajoso, muito friável, lig. duro.

a) Classificação: SBCS (2006) – NITOSSOLO VERMELHO Distroférrico latossólico; *Soil Taxonomy: Rhodic Paleudult*. b) Localização: coordenadas planas (UTM – Fuso 21) E = 0278208 m – N = 6962921 m; altitude = 369 m. c) Geologia regional: basalto vesicular. d) Material de origem: basalto vesicular. e) Geomorfologia: planalto inferior remodelado. f) Situação do perfil: meia encosta. g) Declividade: 5%. h) Erosão: não há. i) Relevô: suave ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: fraca a moderada. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: cultivos. p) Descrição do perfil:

na. m/ Rochosidade: não na. m/ Drenabilidade: bem drenado. o/ vegetação: cultivos. p/ Descrição do perfil.		
(hz)	(cm)	(solo – Cr-3)
A1	0 – 20	Vermelho-escuro (2,5 YR 3/6) seco; bruno-avermelhado-escuro (2,5 YR 3/4) úmido; muito argiloso; blocos subangulares e granular, pequenos, forte; lig. duro, muito friável, muito pegajoso, muito plástico; transição difusa e plana.
Bnit1	20 – 50	Vermelho-escuro (10 R 3/6) úmido e seco; muito argiloso; blocos subangulares médios, forte; lig. duro, muito friável, muito pegajoso, muito plástico; transição difusa e plana.
Bnit2	50 – 100	Bruno-avermelhado-escuro (2,5 YR 3/4) úmido e seco; muito argiloso; blocos subangulares grandes e médios, forte; lig. duro, muito friável, muito pegajoso, muito plástico; transição difusa e plana.
Bnit3	100 – 150	Vermelho-escuro (2,5 YR 3/6) úmido e seco; muito argiloso; blocos subangulares médios e grandes, forte; lig. duro, muito friável, muito pegajoso, muito plástico; transição difusa e plana.
Bnit4	150 +	Não coletado

[illegible]

recursos para corrigi-las adequadamente para altas produções (calcário e fósforo), e "regular" para pequenos proprietários, pois precisam de alta tecnologia e insumos para produzirem. São áreas extensivas e abrangentes como em todo o planalto. Na realidade, já não há pequenos proprietários nessas áreas.

Chapadas remodeladas (Po)

Esta unidade de forma de relevo é composta por superfícies que evoluíram após a remoção dos latossolos da parte superior. São os restos aplainados mais desgastados na borda do nível superior do Planalto. São superfícies lisas, estreitas e segmentadas, com aspectos que lembram um relevo levemente ondulado. Os topos possuem formas arredondadas ou levemente ovaladas, ainda aplainadas. Algumas, muito levemente convexas, evoluíram a partir de um platô único, onde climas passados laterizaram o solo superficial e removeram, pela erosão laminar, as superfícies mais antigas. As superfícies atuais na borda, mais gastas, estão sendo segmentadas em coxilhas que, no início, são pouco individualizadas. À medida que se estreitam, pelo avanço e aprofundamento dos vales de drenagem, perdem também as suas camadas residuais superficiais que formavam os solos mais antigos. Estão limitadas por depressões pouco profundas laterais onde se iniciam os segmentos de drenagem. Nestas baixadas afloram, ocasionalmente, basaltos. Profunda sedimentação coluvial e aluvial muito fina aplaina essas depressões na borda de suas encostas (**Fig. 20 a 28**).

São restos sub-superficiais de um antigo planalto regional em processo final de desgaste. O antigo processo de dissecação natural e lento do planalto permitiu a constituição de um sistema de vales com drenos depressivos, com estreitos sulcos, próprios de um clima de menor escoamento. Raros segmentos destes modelos de drenagem ainda restam no início das bacias hidrográficas desses vales. A exposição dessas superfícies inclinadas ao nível inferior na borda dos platôs, menos permeáveis, constituiu solos menos profundos do que os existentes nas mesetas mais antigas, de superfícies intemperizadas.

Além de seus solos estarem superficialmente relacionados com camadas estratificadas de rochas básicas de fácil intemperização, os efeitos climáticos foram mais moderados na constituição dos solos. O conjunto de pequenas chapadas alongadas, que aparenta um relevo suave ondulado, assemelha-se com as lombadas que ocorrem na região Sul.

Na maior parte, as formas de relevo dessas chapadas e pequenos platôs são provenientes de superfícies possivelmente aplainadas e meteorizadas no período Terciário, mas com variações de solos próprias do clima quaternário. No caso, não há superposição de camadas compondo perfis distintos próprios de mudanças climáticas abruptas. Os restos residuais superficiais pré-laterizados quando presentes são ocasionais. Os declives são menores do que 5% e, muito raramente, chegam a 10% nas encostas mais acentuadas. Essas chapadas restantes ocupam as cotas 400 metros ou pouco acima. Algumas têm seus limites no início dos espigões. São mais modernas e com solos menos intemperizados, próprios do Quaternário.

No geral, nas chapadas, já lisas e gastas, que se isolam nas bordas do planalto, há maior ocorrência de solos menos intemperizados com horizonte Bt e gradiente textural entre os horizontes A e B, muito bem estruturados, semelhantes aos chernossolos. Embora o uso tenha descaracterizado o horizonte "mollic" descrito na bibliografia da época no local. São solos definidos como profundos, ainda que



Foto: Henrique Couto

Fig 20: Aspectos transicionais entre as chapadas residuais (Pa) de nível elevado e as chapadas remodeladas (Po) menos meteorizadas no nível inferior.

contatos líticos possam ser observados frequentemente. O material de origem, parcialmente consolidado, estabelece com o solo uma transição abrupta. Os solos, no geral, estão sendo denominados de nitossolos vermelhos eutróféricos e raros distroféricos, devido à atividade baixa das argilas e a estrutura em blocos subangulares ser moderada a fraca. Raras encostas próximas aos vales depressivos, onde a meteorização foi menor possuem argilas de atividade alta e os solos são mais estruturados (luvisolos crômicos). Onde ocasionalmente ocorre, como propõe Klamt (1969), a unidade Ciríaco (Tabela 3).

Quanto ao uso agrícola, as terras estão situadas como pertencentes à classe IIse de capacidade de uso. Os riscos à erosão estão parcialmente controlados com o plantio direto



Fig 21: Restos isolados da vegetação de Mata Atlântica são ocasionalmente encontrados entre os cultivos ocasionais nas chapadas.



Fig 22: Chapadas remodeladas (Po) em superfícies modernas com substratos menos meteorizados do que as colinas dos topos dos platôs.



Fig 23: Contrastes altimétricos entre as chapadas remodeladas (Po) que se desintegram nas bordas do processo inicial de dissecação.



Fig 24: Partes da Mata Atlântica que restam isoladas nas chapadas remodeladas (Po).



Fig 25: Solos profundos pouco meteorizados, restantes do processo erosivo nas chapadas remodeladas (Po).

Tabela 3. Informações do perfil Si-1 – Chapadas remodeladas (Po). Embrapa Clima Temperado, Seberi, RS, 2009

a) Classificação: SBCS (2006) – NITOSSOLO VERMELHO Eutroférrico chernossólico; *Soil Taxonomy: Rhodic Paleumult.* b) Localização: coordenadas planas (UTM – Fuso 21) E = 0267959 m – N = 9648605 m. c) Geologia regional: basaltos. d) Material de origem: basaltos máficos. e) Geomorfologia: pediplanos de nível médio. f) Situação do perfil: meia encosta. g) Declividade: 5 – 10%. h) Erosão: generalizada. i) Relevo: suave ondulado a ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: moderada. l) Pedregosidade: 5 – 10%. m) Rochosidade: 5 – 10%. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: capoeira. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A1	0 – 20	Vermelho (2,5 YR 4/6) seco; bruno-avermelhado-escuro (2,5 YR 3/4) úmido; muito argiloso; granular e blocos subangulares grandes que se desfazem em pequenos e médios, forte; muito pegajoso, muito plástico, lig. dura, muito friável, muito pegajoso; transição difusa e plana.
AB	20 – 40	Vermelho-escuro (2,5 YR 3/6) úmido e seco; muito argiloso; granular e blocos subangulares grandes que se desfazem em pequenos e médios, forte; muito pegajoso, muito plástico, lig. dura, muito friável, muito pegajoso; transição difusa e plana.
Bnit1	40 – 80	Bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/4) úmido e seco; muito argiloso; blocos subangulares grandes que se desfazem em pequenos e médios, forte; muito pegajoso, muito plástico, lig. dura, muito friável, muito pegajoso; transição difusa e plana.
Bnit2	80 – 100	Vermelho-escuro (2,5 YR 3/6) úmido e seco; muito argiloso; blocos subangulares grandes que se desfazem em pequenos e médios, forte; muito pegajoso, muito plástico, lig. dura, muito friável, muito pegajoso.

Fatores		Horizontes			
		A1	AB	Bnit1	Bnit2
Espessura	(cm)	0 – 20	20 – 40	40 – 80	80 – 100
C. orgânico	(g kg ⁻¹)	31,80	20,10	12,10	10,70
M. O.	%	5,48	3,47	2,09	1,84
P	(mg kg ⁻¹)	10,50	9,50	3,60	3,40
pH (H ₂ O)	-	6,75	6,47	6,48	6,49
pH (KCl)	-	5,55	5,29	5,74	5,97
Ca	(c molc kg ⁻¹)	5,80	4,40	3,30	3,40
Mg	"	2,80	2,10	1,90	2,10
K	"	1,02	0,80	0,56	0,29
Na	"	0,02	0,02	0,02	0,02
S	"	9,64	7,32	5,78	5,81
Al	"	0,00	0,00	0,00	0,00
H + Al	"	5,30	1,10	1,10	1,00
T	"	14,94	8,42	6,88	6,81
T(arg.)	"	19	10	8	9
V	%	64	86	84	85
Sat. Al	"	0	0	0	0
Fe (total)	"	-	-	-	-
Calhaus	(g kg ⁻¹)	-	-	-	-
Cascalho	"	-	-	-	-
Areia grossa	"	11	12	8	11
Areia fina	"	33	49	20	19
Silte	"	205	161	166	219
Argila	"	751	778	806	751
Argila natural	"	120	98	11	10
Agregação	%	84	87	98	98
Silte/argila	-	0,27	0,21	0,21	0,49
Textura *	-	Cp	Cp	Cp	Cp



Fig 26: Solos profundos quaternários em chapadas modernas (Po) nos extremos dos espigões (vales largos antigos).



Fig 27: Solos modernos em chapadas remodeladas (Po) na transição para as superfícies em desagregação (extremo do relevo em dissecação, próximos dos rios afluentes e do rio Uruguai).

Foto: Henrique Couto



Fig 28: Nitossolo vermelho eutroférico típico em chapadas modernas que sofrem um processo erosivo de extinção nesse período Quaternário, próximo à cidade de Ametista do Sul.

e as correções de acidez e fertilidade do solo, na sua maior parte, já estão sanadas. As condições climáticas, com estiagens esporádicas durante o verão, são os fatores mais limitantes ao uso destas terras.

Quanto à aptidão agrícola, proposta por Ramalho Filho e I. Beek (1995), seriam do grupo 1ABC; "boa" para todos os usuários, desde que empreguem tecnologias para o controle da erosão e que disponham de recursos para corrigi-las adequadamente com fósforo. As deficiências transitórias, alternadas ou ocasionais de água é que controlam a produtividade agrícola.

Espigões rochosos (Pi)

Esta unidade de relevo compreende as superfícies estreitas, longas e ásperas de nível superior. Estão isoladas e raramente segmentadas longitudinalmente. Constituem, no topo, um arcabouço de relevo com aspecto suave ondulado a plano. São restos rochosos de antigo planalto em que os processos erosivos removeram intensamente, além das camadas laterizadas superficiais do solo, quase todo o complexo rochoso lateral, deixando apenas um filete elevado rochoso, muito longo, testemunha de um planalto anterior. Secciona-se apenas longitudinalmente em sub-bacias hidrográficas muito semelhantes (**Fig. 29 a 31**). A partir do início do espigão estão sendo criados vales laterais profundos que buscam um nivelamento com o rio Uruguai.

Os espigões rochosos (Pi) constituem-se em segmentos elevados, perpendiculares aos

drenos principais (rio Uruguai e afluentes).

Algumas cristas similares se estabelecem como apêndices do eixo principal, com direções perpendiculares a afluentes do rio Uruguai.

Os solos estabelecidos no topo do seu filete superficial são recentes. Não há latossolos nem nitossolos (solos antigos) como nas regiões vizinhas. Os solos que ocorreram posteriormente estão situados onde os resíduos cascalhentos e rochosos recentes das rochas estão menos erodidos.

Estes solos atuais, muito recentes, são constituídos e removidos sem se tornarem profundos e evoluídos integralmente em seus resíduos mineralógicos. A drenagem superficial, ao lado, construiu vales profundos e encravados, com ravinas de encostas verticais isolando, pouco a pouco, esses espigões antigos. São vales inicialmente muito estreitos, verticalmente retilíneos e muito semelhantes. Camadas estratificadas horizontais mais endurecidas de rochas vulcânicas, em alternância com material menos resistente, fizeram com que se constituíssem formas de relevo que se removem sem se aplainarem. São predominantes na formação geral.

Como consequência desse modelamento erosivo constante e uniforme, as superfícies mais estreitas e com resíduos mais finos dos topos dos espigões, permanecem em seu contato com a chapada em pequenas dimensões que estão aplainadas.

No geral, nesses topos planos, os solos são muito rasos e pouco evoluídos, com muitas pedras sobre as rochas a poucos centímetros da superfície.

As alternâncias rochosas, nesse estreito filete de topos planos superiores, dão uma conotação esquelética ao modelamento que hoje expõe apenas pequenos restos antigos de resíduos finos entre cascalhos rochosos.

Formam pequenas superfícies homogêneas, onde se estabeleceram pequenas roças, que se tornaram antigas, pois não há espaço para prolongá-las.

Concomitante com o processo de remoção de um relevo suave ondulado de resíduos finos, criando-se uma superfície plana, devido à deposição das rochas vulcânicas em estratos planos e paralelos, há o transporte, pela encosta, de camadas superficiais e laterais de resíduos antigos finos que, desagregados, misturam-se com novos cascalhos e rochas alternadamente nas encostas dos vales menos inclinados. Nestes locais, há solos mais espessos, pouco profundos, sem serem denominados litólicos (lépticos), como no geral. Como consequência, algumas características são próprias de solos que conservam resíduos mais intemperizados, mas ainda responsáveis pela manutenção de atributos “chernozêmicos”, com cores pouco avermelhadas, mais hidratadas do que nos locais de origem, como nas pequenas superfícies mais conservadas.

Os resultados analíticos permitem constatar que as tendências gerais dos espigões são de predominarem solos com saturação de bases muito alta, desde as camadas mais superficiais. Isso ocorre também nas áreas de pequenas superfícies com maiores espessuras de resíduos. Certamente se relacionam também com o maior poder de retenção do complexo de troca dos resíduos da floresta anterior e da pouca intemperização das argilas. Este fator parece contrariar a drenagem interna vigente, em que a água percolada, ao atingir a superfície do basalto, fluindo pela parte inferior do solo em direção às bordas dos drenos naturais, deveria empobrecer mais intensamente essas camadas internas.



Fig 29: Topo estreito de espigão com cultivos anuais em solo raso (cascalhento, rochoso e raso).

(Tabela 4 e 5).

Nesta unidade de relevo, desde o topo até a borda das encostas laterais, são encontradas, predominantemente, variações de neossolos litólicos e regolíticos com grandes grupos dos eutróficos e chernossólicos. Estes solos com características intermitentes muito próximas do A chernozêmico (horizonte “mollic”) descrito por Klant (1969), e dos altos teores de cascalhos da parte inferior (horizonte C), são definidos nos subgrupos como fragmentários ou chernossólicos.

Estas terras comportariam alguns cultivos perenes específicos e silvicultura, em uma agricultura não tecnificada (classe VII-1 se de capacidade de uso das terras). A situação vigente, que tende a se perpetuar, é a de uma agricultura familiar já estabelecida, onde cultivos perenes pouco a pouco poderão ser introduzidos, além dos cultivos anuais necessários à sobrevivência das famílias. No sistema de aptidão agrícola das terras, de Ramalho Filho e Beeck (1995), essas glebas seriam classificadas como pertencentes ao grupo 2a(b), ou seja, “regular” para pequenos produtores por serem muito férteis (produzem, onde é possível cultivar, boas colheitas sem adição suplementar de nutrientes) e, “restrita” a médios produtores pelas dificuldades impostas ao uso em lavouras mais amplas (pedras, rochas e declives). No geral, essas terras férteis não devem responder à adubação para as médias colheitas de uma agricultura familiar. A água é o fator limitante dos cultivos de verão.



Fig 30: Topo de espigão com solo rochoso em uso após desmatamento.

Tabela 4. Informações do perfil Pal-1 – Espigão rochoso (Pi). Embrapa Clima Temperado, Palmitinho, RS, 2009

a) Classificação: SBCS (2006) – NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico chernossólico; *Soil Taxonomy: Lithic Haplumbrept*. b) Localização: coordenadas planas (UTM – Fuso 21) E = 0249471 m – N = 6971049 m. c) Geologia regional: basaltos diversificados. d) Material de origem: basaltos máficos cinzentos. e) Geomorfologia: bordas e topos dos espigões. f) Situação do perfil: meia encosta de espigão. g) Declividade: 5 – 10%. h) Erosão: não há. i) Relevo: suave ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: forte a moderada. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: fortemente drenado. o) Vegetação: capoeira rochosa. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A1	0 – 20	Bruno-escuro (7,5 YR 3/4) seco; bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/4) úmido; franco a franco-argiloso; granular e blocos subangulares pequenos, forte a moderada; pegajoso, muito cascalhento, plástico, muito friável, lig. duro; transição gradual.
A/C	20 – 50	Bruno-forte (7,5 YR 5/6) úmido e seco; franco a franco-argiloso muito cascalhento; granular e blocos subangulares pequenos, forte a moderada; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; transição gradual.
C	50 – 80	Bruno-forte (7,5 YR 5/8) úmido e seco; franco muito cascalhento; lig. plástico, lig. pegajoso, muito friável, lig. duro.

Fatores		Horizontes		
		A1	A/C	C
Espessura	(cm)	0 – 20	20 – 50	50 – 80
C. orgânico	(g kg ⁻¹)	29,90	17,20	11,30
M. O.	%	5,15	2,97	1,95
P	(mg kg ⁻¹)	7,30	3,60	2,60
pH (H ₂ O)	-	6,22	6,24	6,20
pH (KCl)	-	4,92	5,04	4,89
Ca	(c molc kg ⁻¹)	10,70	10,80	9,70
Mg	"	2,90	3,20	3,80
K	"	0,15	0,07	0,06
Na	"	0,07	0,06	0,06
S	"	13,82	14,13	13,62
Al	"	0,01	0,00	0,01
H + Al	"	2,00	2,10	3,40
T	"	15,82	16,23	17,02
T(arg.)	"	106	93	86
V	%	87	87	80
Sat. Al	"	0	0	0
Fe (total)	"	-	-	-
Calhaus	(g kg ⁻¹)	-	-	-
Cascalho	"	157	-	50
Areia grossa	"	229	223	171
Areia fina	"	304	328	329
Silte	"	319	275	303
Argila	"	148	174	197
Argila natural	"	44	17	13
Agregação	%	70	90	93
Silte/argila	-	2,15	1,58	1,54
Textura *	-	SL	SL	L



Fotos: Henrique Couto

Fig 31: Solos litólicos eutróficos chernossólicos diversificados em topo de espigão, sobre camadas estratificadas de rochas efusivas básicas.

Tabela 5. Informações do perfil Cai-2 – Espigão rochoso (Pi). Embrapa Clima Temperado, Caiçara, RS, 2009

a) Classificação: SBSC (2006) – NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico chernossólico; *Soil Taxonomy: Lithic Haplumbrept.* b) Localização: coordenadas planas (UTM – Fuso 21) E= 0260467 m – N= 6982250 m. c) Geologia regional: basaltos diversificados. d) Material de origem: basalto. e) Geomorfologia: topos de espigões estreitos. f) Situação do perfil: topo. g) Declividade: 2 – 5%. h) Erosão: natural. i) Relevo: plano. j) Suscetibilidade à erosão: moderada. l) Pedregosidade: 5 – 20%. m) Rochosidade: 30%. n) Drenabilidade: excessivamente drenado. o) Vegetação: capoeiras. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A	0 – 20	Bruno (7,5 YR 4/4) seco; bruno-escuro (7,5 YR 3/4) úmido; franco a franco-argiloso; granular e blocos subangulares pequenos, forte a moderada; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.
A2	20 – 40	Bruno-forte (7,5 YR 4/6) úmido e seco; franco a franco-argiloso; granular e blocos subangulares pequenos, forte a moderada; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro; transição gradual e ondulada.
A/C	40 – 100	Bruno (7,5 YR 5/4) úmido e seco; franco-argiloso muito cascalhento; lig. plástico, lig. pegajoso, muito friável, lig. duro.

Fatores		Horizontes		
		A	A2	A/C
Espessura	(cm)	0 – 20	20 – 40	40 – 100
C. orgânico	(g kg ⁻¹)	27,50	20,10	11,10
M. O.	%	4,70	3,50	1,91
P	(mg kg ⁻¹)	45,60	49,00	46,40
pH (H ₂ O)	-	6,09	6,19	6,19
pH (KCl)	-	4,77	4,86	4,81
Ca	(c molc kg ⁻¹)	9,60	10,50	9,80
Mg	"	3,40	3,70	3,70
K	"	0,66	0,41	0,40
Na	"	0,04	0,04	0,04
S	"	13,70	14,65	13,94
Al	"	0,01	0,00	0,00
H + Al	"	2,10	2,10	2,10
T	"	15,80	16,75	16,04
T(arg.)	"	117	194	73
V	%	86	87	86
Sat. Al	"	0	0	0
Fe (total)	"	-	-	-
Calhaus	(g kg ⁻¹)	-	-	-
Cascalho	"	-	102	111
Areia grossa	"	235	321	93
Areia fina	"	329	310	292
Silte	"	302	383	398
Argila	"	134	86	217
Argila natural	"	33	30	18
Agregação	%	75	65	92
Silte/argila	-	2,25	4,45	1,83
Textura *	-	SL	L	L

Espigões degradados (Pe)

Esta unidade compreende as pequenas superfícies elevadas nas extremidades dos espigões gastos pela erosão, próximas aos afluentes mais caudalosos do rio Uruguai. Compunham o início dos antigos espigões principais. Algumas, conservadas, estão quase ao mesmo nível ou pouco abaixo do nível superior do espigão principal.

Segmentam-se a partir do nível rochoso mais antigo (Pi). São as pontas finas, achatadas, mais baixas dos espigões (Pi) que, segmentadas e com rochas vulcânicas mais alcalinas (basaltos), aplainaram-se baixando de nível altimétrico e compondo superfícies menos ásperas ou até mesmo pouco

convexas. Estão em um processo avançado e contínuo de desagregação e decomposição (**Fig.32 a 35**).

Muitas já se segmentaram transversalmente, ao acaso, provenientes de espigões mais submetidos à erosão e estão mais aplainadas (gastas).

Outras estão, ainda em fase pós-inicial de destruição, formando um relevo ondulado, em progressivo desgaste erosivo nas bordas dos restos do planalto.

Alguns espigões fragmentados antigos já constituem superfícies aplainadas, isoladas do eixo inicial em nível altimétrico inferior, geralmente próximas dos afluentes antigos ou do rio Uruguai.

O processo erosivo intenso atinge a partir dos topos dos segmentos, inicialmente abaixando o nível e tornando a superfície estreita abaulada com a remoção dos resíduos, ou somente aplainando as superfícies e consequentemente, formando nos topos remodelados solos isolados e localizados, recentes, mais profundos e pouco rochosos.

As bordas dos segmentos aplainados são curvas com os solos tornando-se gradativamente mais profundos à medida que as encostas se tornam menos íngremes. No encontro do rio Uruguai, estes espigões, em grande parte, já estão com solos modernos evoluídos (horizontes A, B e C).

Os solos rasos e as áreas rochosas ocorrem por exposição de rochas vulcânicas (geralmente dacitos e riodacitos) mais duras (mais ácidas). Estes espigões erodidos e segmentados situam-se nos extremos dos que estão mais conservados e unidos, compondo níveis altimétricos intermediários (abaixo dos 300 metros). Teoricamente, teriam seu início nos topos desgastados, onde as camadas de basalto mais duras (silicosas) já teriam sido eliminadas pela erosão. São superfícies em desagregação que irão constituir os vales mais largos, menos íngremes e mais aplainados quando os declives se atenuarem, como é natural no rio Uruguai, à medida que desce para o sul.

As superfícies mais recentes aplainadas comportam solos poucos profundos (um metro ou menos) com características de chernossolos argilúvicos órticos, muitas vezes sem cumprirem as condições exatas de cores escuras para o horizonte A chernozêmico. Algumas dessas superfícies estão mais adequadas pelo uso atual aos luvisolos crômicos órticos chernossólicos, já que as argilas possuem uma alta capacidade de troca (**Tabela 6**).

São próprias de superfícies pleistocênicas modeladas e conservadas em constante aplainamento.

Onde os solos holocênicos são rasos e muito férteis, há superfícies transitórias contínuas somente em pequenas distâncias (< 100m).

Nessas superfícies constituem raramente solos profundos residuais que expõem cambissolos háplicos Ta eutroféricos lépticos e luvisolos crômicos órticos chernossólicos. Nesses solos, onde o intemperismo está sob uma hidrólise parcial, formam-se argilas, sem exporem o alumínio trocável e nem removerem significativamente as bases trocáveis, como geralmente ocorrem nas superfícies antigas.

Quanto ao uso agrícola, esses espigões aplainados são contraditórios. Há superfícies conservadas aplainadas (topo conservado), com encostas íngremes e outras lisas.

Estão em um equilíbrio instável, não sendo favoráveis à cultivos anuais.



Foto: Henrique Couto

Fig 32: Espigões corroídos pela erosão nos seus extremos, onde se aplainam para relevos mais suaves.



Foto: Henrique Couto

Fig 33: Superfícies aplainadas de espigões com solos mais profundos e menos residuais.

Tabela 6. Informações do perfil Cr-2 – Espigões degradados (Pe). Embrapa Clima Temperado, Cristal do Sul, RS, 2009

a) Classificação: SBCS (2006) – LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico; *Soil Taxonomy: Rhodic Argiudoll*. b) Localização: coordenadas planas (UTM – Fuso 21) E = 0279438 m – N = 6961326 m; altitude = 357 m. c) Geologia regional: rochas vulcânicas. d) Material de origem: basaltos. e) Geomorfologia: espigões. f) Situação do perfil: centro de platô rebaixado. g) Declividade: 10%. h) Erosão: não constatada. i) Relevo: suave ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: moderada. l) Pedregosidade: 1%. m) Rochosidade: 1%. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: cultivos anuais. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A	0 – 20	Bruno-avermelhado (5 YR 4/3) seco; bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/2) úmido; franco-argiloso; blocos subangulares pequenos a médios, forte; muito pegajoso, muito plástico, friável; transição difusa e plana.
Bt1	20 – 50	Bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/4) úmido e seco; argila; blocos subangulares pequenos a médios, forte; muito pegajoso, muito plástico, friável; transição difusa e plana.
Bt2	50 – 100	Bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/3) úmido e seco; argila; blocos subangulares pequenos a médios, forte; muito pegajoso, muito plástico, friável; transição clara e plana.
C	100 – 150	Bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/3) úmido e seco; argila; blocos subangulares pequenos a médios, forte; muito pegajoso, muito plástico, friável.

Fatores		Horizontes			
		A	Bt1	Bt2	C
Espessura	(cm)	0 – 20	20 – 50	50 – 100	100 – 150
C. orgânico	(g kg ⁻¹)				
M. O.	%				
P	(mg kg ⁻¹)	1,40	1,20	2,90	3,00
pH (H ₂ O)	-	5,66	5,93	6,06	6,07
pH (KCl)	-	4,95	5,22	5,51	5,51
Ca	(c molc kg ⁻¹)	9,71	9,13	8,37	9,45
Mg	"	2,86	2,26	2,70	3,64
K	"	0,06	0,06	0,07	0,17
Na	"	0,04	0,04	0,05	0,02
S	"	12,67	11,49	11,19	13,28
Al	"	0,03	0,05	0,07	0,08
H + Al	"	1,80	1,10	0,80	0,80
T	"	14,47	12,59	11,99	14,08
T(arg.)	"	45	21	20	32
V	%	88	91	93	94
Sat. Al	"	0	0	1	1
Fe (total)	"	-	-	-	-
Calhaus	(g kg ⁻¹)	-	-	-	-
Cascalho	"	-	-	-	-
Areia grossa	"	44	55	69	95
Areia fina	"	800	580	153	133
Silte	"	148	338	722	770
Argila	"	325	598	588	435
Argila natural	"	79	273	56	24
Agregação	%	75	54	90	95
Silte/argila	-	0,45	1,44	1,23	1,77
Textura *	-				



Fig 34: Solos Quaternários com alta fertilidade em superfícies levemente aplainadas de antigos espigões (chernossolos eluviissolos). Foram denominados por Costa Lemos (BRASIL, 1973) como brunizém avermelhado.



Fig 35: Espigão degradado com relevo muito aplainado nas bordas do rio Uruguai com cultivo de capim-elefante na borda das encostas.

Nessas condições há, atualmente, pequenas lavouras, que devem ter uso com cultivos perenes nas bordas das encostas. Seriam solos próprios à cultivos esporádicos anuais com um intenso controle da erosão como se recomenda na classe VIse de capacidade de uso das terras. No sistema de aptidão agrícola das terras seriam do grupo 1A(b), ou seja, "boa" para pequenos produtores, "regular" para médios produtores. Todas as terras, no geral, são muito férteis, sendo que o fósforo deve ser incorporado apenas para grandes colheitas. Para atividades agrícolas comuns de uma agricultura familiar, os níveis de nutrientes são satisfatórios. Estão sendo cultivadas há um século.

Serras (Sr)

As serras são constituídas por superfícies íngremes, de relevo com aspecto muito rochoso, fortemente escarpadas, que se alternam entre restos de espigões rochosos elevados, em completa desagregação, e vales estreitos (ravinas), com seus sulcos fortemente encravados. As superfícies íngremes depressivas são formadas por encostas na borda dos platôs, que se distanciam entre si inicialmente pelos processos erosivos. São ravinas profundas que pouco a pouco se constituem em vales muito íngremes, onde os processos de desgaste, pela maior carga hidráulica da água em movimento, estão mais ativos. Não há sedimentação coloidal significativa nos vales. Nas encostas em desagregação das rochas, há solos coluviais, alguns pouco profundos e outros, a maior parte, muito rasos, formados por fragmentos das rochas vulcânicas moles, que se misturam nas bordas rochosas com cascalhos, calhaus, pedras e rochas mais endurecidas de basalto, andesitos e riodacitos, à medida que vão rolando pelas íngremes encostas.

Os declives são muito altos (>45%) e muito variáveis, podendo, poucos, formarem bordas mais aplainadas no sopé das encostas. São formas de relevo inclinadas e rochosas que compõem a rede de drenagem próxima do rio Uruguai, onde aumenta a carga hidráulica dos drenos naturais. No geral, há poucas e estreitas superfícies aplainadas no fundo dos vales que foram menos dissecados.

Nessas ravinas os produtos finos (argilosos) dos processos erosivos acelerados são transitórios.

Devido às deposições de camadas de rochas vulcânicas serem estratificadas e com grau de dureza diferenciado, inicialmente os processos erosivos criam contrastes como degraus na superfície da encosta, à medida que o vale está sendo aberto, separando espigões e rompendo o planalto. No geral, criam-se inicialmente encostas ásperas e rochosas, alternadas com outras poucas mais lisas à medida que os cortes vão envelhecendo com depósitos de sedimentos.

Saltos bruscos nas corredeiras (lajeados) dos vales são efeitos das altas cargas hidráulicas alternadas.

A grande estratificação e fragilidade dos minerais dos veios de basaltos distintos são parcialmente responsáveis pelo forte processo erosivo. As camadas mais endurecidas das rochas mais silicosas vitrificadas são mais duradouras nas superfícies dos "lajeados", formando pequenos saltos. A partir da borda das encostas dos drenos naturais já há efetivação da construção de solos pouco intemperizados e rasos (**Tabela 7**). Os restos de estratos rochosos, com resíduos mais antigos, permanecem ao longo dos percursos dos vales, em uma tendência ao estabelecimento de áreas de depósitos cascalhentos.



Foto: Henrique Couto

Fig 36: Solos profundos no sopé de encostas provenientes de resíduos argilosos, siltosos e cascalhentos coluviais.

Tabela 7. Informações dos perfis Rod-2 e Tir-3 – Serra (Sr). Embrapa Clima Temperado, Rodeio Bonito e Novo Tiradentes, RS, 2009

a) Classificação: SBCS (2006) – NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário; *Soil Taxonomy: Mollic Udarent*. b) Localização: coordenadas planas (UTM – Fuso 21) E= 0286189 m – N= 6956753 m; altitude= 274 m. c) Geologia regional: basalto. d) Material de origem: basalto em camadas diversificadas. e) Geomorfologia: serra em desagregação rochosa. f) Situação do perfil: encosta de serra. g) Declividade: 50%. h) Erosão: muito forte. i) Relevo: escarpado. j) Suscetibilidade à erosão: muito forte. l) Pedregosidade: 80%. m) Rochosidade: 80%. n) Drenabilidade: excessivamente drenado. o) Vegetação: capoeira. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo – Rod-2)
A/C	0 – 50	Bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/4) seco; bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/2) úmido; franco-arenoso muito cascalhento; granular, forte; não plástico, lig. pegajoso, muito friável, lig. duro; transição gradual e ondulada.
C	50 +	Não coletado

a) Classificação: SBCS (2006) – NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário; *Soil Taxonomy: Mollic Udarent*. b) Localização: coordenadas planas (UTM – Fuso 21) E= 0285617 m – N= 6951872 m; altitude= 324 m. c) Geologia regional: basaltos. d) Material de origem: basalto. e) Geomorfologia: serra. f) Situação do perfil: encosta de serra. g) Declividade: 50%. h) Erosão: moderada. i) Relevo: escarpado. j) Suscetibilidade à erosão: muito forte. l) Pedregosidade: 20%. m) Rochosidade: 20%. n) Drenabilidade: excessivamente drenado. o) Vegetação: capoeira. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo – Tir-3)
A1	0 – 20	Bruno-avermelhado (5 YR 4/4) seco; bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/2) úmido; franco-argiloso muito cascalhento; granular, pequena, forte; não plástico, lig. pegajoso, muito friável, lig. duro; transição gradual e ondulada.
AC	20 – 40	Bruno-avermelhado (5 YR 4/4) úmido e seco; franco-argiloso muito cascalhento; granular, pequena, forte; não plástico, lig. pegajoso, muito friável, lig. duro.

Fatores		Horizontes		
		Rod-2	Tir-3	
		A/C	A1	AC
Espessura	(cm)	0 – 50	0 – 20	20 – 40
C. orgânico	(g kg ⁻¹)	31,90	32,90	15,20
M. O.	%	5,50	5,66	2,66
P	(mg kg ⁻¹)	87,7	2,20	2,30
pH (H ₂ O)	-	5,73	5,52	5,47
pH (KCl)	-	4,45	4,52	4,44
Ca	(c mol _c kg ⁻¹)	15,76	7,88	6,57
Mg	"	4,00	1,60	1,20
K	"	0,94	0,37	0,37
Na	"	0,03	0,02	0,02
S	"	20,73	9,87	8,16
Al	"	0,02	0,10	0,13
H + Al	"	3,60	3,40	3,00
T	"	24,33	13,27	11,16
T(arg.)	"	125	46	41
V	%	85	74	73
Sat. Al	"	-	1	2
Fe (total)	"	-	-	-
Calhaus	(g kg ⁻¹)	166	-	-
Cascalho	"	205	79	173
Areia grossa	"	128	92	59
Areia fina	"	302	241	200
Silte	"	625	379	471
Argila	"	195	288	270
Argila natural	"	40	75	85
Agregação	%	79	74	69
Silte/argila	-	3,21	1,32	1,74
Textura *	-	SiL	CL	CL

Nesses locais, os vales tendem a se alargar e o fluxo de água a perder sua força.

Quanto ao uso agrícola, essas terras são ocasionalmente capazes de sustentar pequenos e alternados cultivos perenes, silvicultura ou cultivos de frutas individualizados até mesmo tropicais devido às condições climáticas. Raras atividades localizadas podem ser organizadas sem uma preparação prévia de contenção da erosão. Estão sendo muito erodidas pelas culturas anuais que mantêm o sustento das famílias. Pertencem à classe VII-2se do sistema de capacidade de uso das terras.

Foto: Henrique Couto



Fig 37: Encostas já suavizadas no seu relevo áspero, próximas de vales aplainados.



Fig 38: Solos residuais em sopé de encostas de serra. Geralmente muito cacalhentos, são sedimentos coluviais.

Devido à sua alta fertilidade, sustentam uma vegetação de capoeira muito vigorosa (**Fig. 36 a 39**).

São terras classificadas como “restrita” para pequenos produtores, pertencem ao grupo (3(a)(b)) devido à alta fertilidade. Nelas torna-se possível estabelecer “roças” e boas colheitas “caseiras” são produzidas sem fertilizantes. No sistema de Ramalho Filho e Beek (1995), o uso com pastagens cultivadas ou cultivos perenes, localizados onde for possível, seriam a melhor opção. Sustentam atualmente uma agricultura familiar em pequenas superfícies localizadas. Não há contenção eficaz da erosão nessas terras, a menos que plantas perenes sejam estabelecidas, ou sejam usadas as pedras locais em cercas paralelas de proteção a erosão, como é comum onde os declives são muito acentuados.

Vales (Va)

Os vales são as terras quase planas ou aplainadas do fundos das ravinas, onde situam-se os drenos naturais.

Os mais antigos e de encostas suaves, servem como drenos naturais nas chapadas (**Fig. 40 a 44**).

Os vales modernos aplainados são mais amplos, situam-se em áreas sedimentares mais estáveis entre os espigões próximos ao rio Uruguai e a seus afluentes. São vales às vezes largos (50 a 60 m), com sedimentação fina e



Fig 39: Solos residuais de formação recente, com altos níveis de silte, cascalho e calhaus.

profunda no planalto, cascalhentas entre espigões e pouco espessa próxima ao rio Uruguai. Esses sedimentos nos vales do planalto dissecado foram depositados pelos processos erosivos mais antigos do que os atuais, deixando bordas com baixos declives à medida que as chapadas eram corroídas. Estão situados entre as chapadas do planalto, já parcialmente decompostas pela erosão de nível superior. Podem ser detectados em dimensões suficientes amplas (< 10 ha). São superfícies muito diferenciadas dos vales mais íngremes, que são mais estreitos e possuem escarpas rochosas que se assemelham às serras. As variações de altitudes dos vales no planalto restante nas encostas e os cortes na base do relevo das chapadas não incidem a mais do que 100 m entre as máximas e mínimas, no geral. Estão limitadas, no seu aprofundamento gradativo, pelo avanço da dissecação em direção ao restante do planalto.

Nos vales mais antigos, atingidos pela dissecação do rio Uruguai, onde o gradiente hidráulico torna-se nulo ou reduzido, algumas áreas formam um relevo quase plano no fundo desses vales mais largos, com solos muito profundos e as encostas com baixos declives (> 20%).

Entretanto, os vales situados no início dos espigões, ou próximos aos rios afluentes e Uruguai, possuem partes planas de áreas sedimentares cascalhentas que pouco perdem esse caráter em alguns locais onde a rocha mais dura pode aflorar constantemente. Sedimentos coluviais alternados com

cascalhos mais profundos cobrem as rochas nas encostas com menos declives ($<10\%$).

À medida que os vales se alargam, as encostas são cobertas por pouca pedregosidade coluvial que está alternada com superfícies de sedimentos finos. Os processos erosivos naturais de remoção são menores, as superfícies são estáveis e há sedimentação holocênica predominante na formação dos solos. Alguns solos nesses vales estão sendo expostos com sedimentos locais pouco intemperizados e outros construídos sobre sedimentos já intemperizados provenientes das encostas vizinhas. Embora a sedimentação seja enriquecida de compostos ferruginosos oxídicos transportados pelas águas dos lajeados ou sangas que descem dos vales ou encostas, já em aplainamento, a capacidade de troca desses solos é muito alta. São vales em que as bordas dos drenos naturais já estão lisas e as superfícies apresentam curvaturas suaves, sem rochiosidade exposta na maior parte.

Todos esses vales largos de rios e lajeados, após o planalto, estão em locais estáveis. São muito antigos, e estão estabilizados no clima atual.

O processo de alargamento das encostas (pela destruição dos espigões) é uma função direta do tempo sobre as outras variáveis que são favoráveis a essa condição de estabilidade desses vales. Seguem um comportamento semelhante na evolução das suas formas em toda a região. Os principais agentes do modelamento dos processos erosivos é a própria constituição geológica uniforme e o clima úmido. Mudanças na constituição das camadas dos basaltos, principalmente as variações de deposições básicas, parecem ter somente pequenas alternâncias na constituição dos vales. No geral, constituem-se superfícies lisas com pequenas deposições sedimentares e poucas áreas de remoção dos sedimentos nas cheias. O processo erosivo natural torna-se lento na formação das curvaturas das bordas dos vales. As superfícies lisas desmatadas atualmente não apresentam processos erosivos provocados, criando deslizamentos de qualquer dimensão. A variação progressiva da carga hidráulica intensa, onde os vales são estreitos nas ravinas da serra, atua com maior vigor

Foto: Henrique Couto



Fig 40: Vales com encostas já em aplainamento, onde os restos de vegetação estão sendo removidos e o processo erosivo laminar se manifesta nas encostas.

Foto: Henrique Couto



Fig 41: Vales com cultivos e encostas com mata nativa onde as atividades agrícolas são muito efetivas e a água está disponível.

Foto: Henrique Couto



Fig 42: Vales aplainados antigos com solos estabilizados e profundos com resíduos rochosos na base (luvissoilo crômico órtico chernossólico).

Tabela 8. Informações do perfil Fred-3 – Vales (Va). Embrapa Clima Temperado, Frederico Westphalen, RS, 2009

a) Classificação: SBCE (2006) – NEOSSOLO REGOLÍTICO Chernossólico fragmentário; *Soil Taxonomy*: *Mollic Haplumbrept*. b) Localização: coordenadas planas (UTM – Fuso 21) E= 0275995 m – N= 6972204 m. c) Geologia regional: basaltos. d) Material de origem: sedimentos coluviais e alúvies do basalto vesicular. e) Geomorfologia: fundo de vale. f) Situação do perfil: borda de colina rebaixada pela erosão quaternária. g) Declividade: 10%. h) Erosão: moderada. i) Relevo: escarpado. j) Suscetibilidade à erosão: moderada a forte. l) Pedregosidade: 25%. m) Rochosidade: 10 a 20%. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: removida, com árvores esparsas. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A	0 – 20	Bruno-avermelhado (5 YR 4/4) seco; bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/3) úmido; franco-argiloso cascalhento; granular pequena, forte; lig. dura, friável, pegajoso, plástico; transição gradual e plana.
2BC	20 – 40	Bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/4) úmido e seco; argila cascalhenta; blocos subangulares, pequenos e médios, fraca; lig. duro, muito friável, plástico e pegajoso; transição gradual e plana.
2C	40 – 50	Bruno-amarelado-escuro (10 YR 3/4) úmido e seco; fragmentos de cascalho em decomposição.

por tempo determinado. Poucas superfícies se estabilizaram nesses vales estreitos, entretanto a redução do fluxo de água pelo atrito, contribui em parte na estabilidade dos sedimentos depositados nas embocaduras dos drenos nestes vales. Próximos aos afluentes principais, a sedimentação fina já se estabilizou, formando deposições mais significativas.

Nessas superfícies, a umidade é mais conservada no solo nos períodos secos.

Na proximidade dos rios, no geral, são vales depressivos profundos em virtude da grande diferenciação altimétrica entre o planalto no local (500m) e o vale do rio Uruguai. Inicialmente foram muito estreitos. As bordas curvilíneas que retêm sedimentos diferenciam os aplainados dos estreitos mais recentes.

Nas encostas que margeiam os vales estreitos

Continuação da tabela 8

Fatores	Horizontes		
	A	2BC	2C
Espessura (cm)	0 – 20	20 – 40	40 – 50
C. orgânico (g kg ⁻¹)	24,20	19,90	9,90
M. O. (%)	4,17	3,43	1,70
P (mg kg ⁻¹)	21,40	21,30	9,70
pH (H ₂ O)	6,26	6,15	5,90
pH (KCl)	4,93	4,73	4,53
Ca (c. mol. kg ⁻¹)	8,01	8,28	7,81
Mg	2,70	2,50	2,40
K	0,80	0,79	0,98
Na	0,02	0,03	0,02
S	11,53	11,60	11,21
Al	0,00	0,00	0,09
H + Al	2,10	2,10	2,20
T	13,63	13,70	13,41
T(arg.)	139	67	51
V (%)	85	85	84
Sat. Al	0	0	0
Fe (total)	–	–	–
Calhaus (g kg ⁻¹)	–	–	–
Cascalho	40	33	64
Areia grossa	336	115	131
Areia fina	311	320	305
Silte	255	359	303
Argila	98	206	261
Argila natural	57	5	114
Agregação	42	97	56
Silte/argila	2,60	1,74	1,16
Textura *	SL	L	CL

os cortes são quase retílineos, com declives muito altos no encontro com o espigão no início da drenagem natural.

Atualmente, há pouca contenção de sedimentos no fundo dos vales estreitos, à medida que os lajeados (pequenos riachos) se aproximam do rio Uruguai. São deposições recentes, muito aplainadas, que comportam uma agricultura diferenciada.

A tendência natural de todo o processo erosivo é destruir as chapadas e aplainar os vales. Nesse processo destrutivo e construtivo, a meteorização das encostas não tem tempo suficiente para uniformizar todos os parâmetros, em termos das variações químicas e físicas dos solos, como houve em tempos antigos nos solos do planalto.

Fotos: Henrique Couto



Fig 43: Neossolo litólico chernossólico típico formado de restos coluviais da desagregação do basalto em encosta de alto declive, próximo à cidade de Ametista do Sul.

Tabela 9. Informações do perfil Vi-1 – Vales (Va). Embrapa Clima Temperado, Vicente Dutra, RS, 2009

a) Classificação: SBCS (2006) – LUVISSOLO CRÔMICO Órtico cambissólico; *Soil Taxonomy: Typic Argiudoll*. b) Localização: coordenadas planas (UTM – Fuso 21) E = 0269112 m – N = 6985713 m. c) Geologia regional: basalto decomposto de encosta com sedimentos finos. d) Material de origem: sedimentos finos, coluviais de basalto. e) Geomorfologia: vale entre pediplanos erodidos. f) Situação do perfil: borda do vale com resíduos rochosos. g) Declividade: 5%. h) Erosão: não há. i) Relevô: plano. j) Suscetibilidade à erosão: fraca a moderada. l) Pedregosidade: 1 a 2%. m) Rochosidade: 1 a 2%. n) Drenabilidade: imperfeitamente drenado. o) Vegetação: mata ciliar. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo)
A1	0 – 20	Bruno-escuro (7,5 YR 3/4) seco; bruno-escuro (7,5 YR 3/4) úmido; franco-argiloso; granular, pequena a média, forte; pegajoso, plástico, lig. duro, muito friável; transição difusa e plana.
A2	20 – 40	Bruno-escuro (7,5 YR 3/4) úmido e seco; franco-argiloso; granular, pequena a média, forte; pegajoso, plástico, lig. duro, muito friável; transição difusa e plana.
A3	40 – 60	Bruno-forte (7,5 YR 4/6) úmido e seco; franco-argiloso; granular, pequena a média, forte; pegajoso, plástico, lig. duro, muito friável; transição difusa e plana.
Bt1	60 – 80	Bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/4) úmido e seco; argila pesada; blocos subangulares pequenos a médios, moderada; pegajoso, plástico, lig. duro, muito friável; transição difusa e plana.
Bt2	80 – 100	Bruno-forte (7,5 YR 4/6) úmido e seco; argila pesada com cascalhos; blocos subangulares pequenos a médios, moderada; pegajoso, plástico, lig. duro, muito friável; transição difusa e plana.
Bt3	100 – 120	Bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/6) úmido e seco; argila com cascalhos; blocos subangulares pequenos a médios, moderada; pegajoso, plástico, lig. duro, muito friável.

Fatores	Horizontes						
	A1	A2	A3	Bt1	Bt2	Bt3	
Espessura (cm)	0 – 20	20 – 40	40 – 60	60 – 80	80 – 100	100 – 120	
C. orgânico (g kg ⁻¹)	23,20	15,10	13,30	10,80	9,60	9,40	
M. O. %	4,00	2,60	2,29	1,66	1,62	1,86	
P (mg kg ⁻¹)	32,80	31,30	31,60	33,60	24,5	23,80	
pH (H ₂ O)	6,39	6,48	6,42	5,97	6,13	5,92	
pH (KCl)	5,12	5,50	5,14	4,61	5,20	4,42	
Ca (c molc kg ⁻¹)	14,90	17,10	14,00	10,40	12	12,90	
Mg	4,50	5,10	4,70	3,10	2,80	3,70	
K	1,27	1,36	1,36	1,23	0,85	0,90	
Na	0,05	0	0,03	0,03	0,03	0,03	
S	20,72	23,56	20,09	14,76	15,68	17,53	
Al	0,00	0,00	0,00	0,16	0,20	0,00	
H + Al	2,10	2,00	2,00	3,80	6,80	2,10	
T	22,82	25,56	22,09	18,56	22,48	19,63	
T(arg.)	176	181	171	117	131	123	
V %	91	92	91	80	70	89	
Sat. Al	0	0	0	1	1	0	
Fe (total)	–	–	–	–	–	–	
Calhaus (g kg ⁻¹)	249	264	264	637	–	–	
Cascalho	–	–	–	–	–	–	
Areia grossa	192	172	218	100	128	172	
Areia fina	321	284	266	270	315	258	
Silte	384	403	387	472	300	411	
Argila	130	141	129	158	257	159	
Argila natural	23	68	13	32	26	47	
Agregação %	82	115	67	80	85	70	
Silte/argila	2,95	2,86	3,00	2,99	2,30	2,58	
Textura *	L	L	L	SiL	SiCL	SiL	

Cada perfil torna-se produto de adições ou remoções suplementares (Tabela 8 a 10).

Quanto ao uso agrícola, esses vales possuem as terras melhores para atividades agrícolas; entretanto, são poucas em relação à área total. As formas de uso geralmente estão direcionadas à cultivos anuais e de forragem para o gado de leite.

É nessas terras que os agricultores estabelecem a sua moradia e onde há água para as principais atividades agrícolas e domésticas. São terras da classe IVse de capacidade de uso das terras e grupo 1AB(c) de aptidão agrícola, ou seja, “boa” para pequenos produtores e “restrita” para uma agricultura desenvolvida, por apresentar pequenas glebas muito segmentadas e estreitas.

Fotos: Henrique Couto



Fig 44: Fundo de vale antigo, onde os extremos dos espigões já estão quase aplainados, próximo ao rio Uruguai, com solos férteis menos suscetíveis à erosão. São terras com uma agricultura sustentável dentro desse local.

Tabela 10. Informações dos perfis Irai-1 e Ta-2 – Vales (Va). Embrapa Clima Temperado, Irai e Taquaruçu do Sul, RS, 2009

a) Classificação: SBCS (2006) – LUVISSOLO CRÔMICO Órtico cambissólico; *Soil Taxonomy: Mollic Haplumbert*. b) Localização: coordenadas planas (UTM – Fuso 21) E = 0277834 m – N = 6989302 m. c) Geologia regional: basalto. d) Material de origem: basalto máfico vesicular. e) Geomorfologia: regional, vale entre platôs. f) Situação do perfil: fundo de vale. g) Declividade: 10%. h) Erosão: não há. i) Relevo: local suave ondulado. Regional: forte ondulado. j) Suscetibilidade à erosão: forte. l) Pedregosidade: 10 a 15%. m) Rochosidade: 20%. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: floresta gradativamente removida. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo – Irai-1)
A1	0 – 20	Bruno-escuro (7,5 YR 3/4) seco; bruno-escuro (7,5 YR 3/4) úmido; franco-argiloso; blocos e granular, subangulares, pequenos, forte a moderada; pegajoso, plástico, friável, lig. duro; raízes abundantes, transição gradual e plana.
A2	20 – 40	Bruno-escuro (7,5 YR 3/4) úmido e seco; franco-argiloso; blocos e granular, subangulares, pequenos, forte a moderada; pegajoso, plástico, friável, lig. duro; raízes abundantes, transição clara e plana.
BiC	40 – 60	Bruno (7,5 YR 5/4) úmido e seco; argila cascalhenta; blocos subangulares e angulares, médios e pequenos, forte; muito plástico, muito pegajoso, friável, duro; transição clara e plana.
C1	60 – 80	Bruno (7,5 YR 4/4) úmido e seco; argila cascalhenta; granular e blocos subangulares pequenos, fraca; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro, raízes muitas e finas; transição gradual.
C2	80 – 100	Bruno (7,5 YR 5/4) úmido e seco; argila muito cascalhenta; granular e blocos subangulares pequenos, fraca; pegajoso, plástico, muito friável, lig. duro, raízes muitas e finas.

a) Classificação: SBCS (2006) – NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico léptico; *Soil Taxonomy: Mollic Udarent*. b) Localização: coordenadas planas (UTM – Fuso 21) E = 0254084 m – N = 6967982 m. c) Geologia regional: basaltos, dacitos e andesitos. d) Material de origem: colúvio de basalto. e) Geomorfologia: vale. f) Situação do perfil: fundo de vale. g) Declividade: 2 a 5%. h) Erosão: NÃO HÁ. i) Relevo: plano. j) Suscetibilidade à erosão: fraca. l) Pedregosidade: 5 a 10%. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: bem a imperfeitamente drenado. o) Vegetação: capoeira. p) Descrição do perfil:

(hz)	(cm)	(solo – Ta-2)
A1	0 – 20	Bruno-avermelhado (5 YR 4/4) seco; bruno-avermelhado-escuro (2,5 YR 3/4) úmido; argila; granular pequena, forte; muito plástico, muito pegajoso, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.
A2	20 – 40	Bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/3) úmido e seco; argila; granular pequena, forte; muito plástico, muito pegajoso, muito friável, lig. duro; transição gradual e plana.
C	40 – 70	Bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/4) úmido e seco; franco-siltoso; granular, fraca; firme, duro, pegajoso, plástico; transição gradual e plana.
R	70 +	Rocha podre (não coletado)

Fatores		Horizontes							
		Irai-1					Ta-2		
		A1	A2	BiC	C1	C2	A1	A2	C
Espessura	(cm)	0 – 20	20 – 40	40 – 60	60 – 80	80 – 100	0 – 20	20 – 40	40 – 70
C. orgânico	(g kg ⁻¹)	20,70	14,00	9,10	9,10	8,30	14,40	14,30	11,90
M. O.	%	3,57	2,41	1,43	1,57	1,57	2,49	2,46	2,06
P	(mg kg ⁻¹)	3,90	3,1	4,3	3,9	4,10	1,20	1,20	1,20
pH (H ₂ O)	-	5,68	5,63	5,59	5,55	5,52	5,72	5,69	5,65
pH (KCl)	-	4,42	4,3	4,02	3,78	3,68	4,44	4,36	4,42
Ca	(c mol _c kg ⁻¹)	6,70	7,3	7,5	7,1	8,90	4,80	10,60	11,40
Mg	"	1,80	1,6	2,6	4,3	6,60	1,40	3,90	4,30
K	"	0,10	0,06	0,05	0,04	0,04	0,21	0,02	0,07
Na	"	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04
S	"	8,64	9,00	10,20	11,48	15,58	6,44	14,55	15,81
Al	"	0,16	0,24	1,27	5,05	5,66	0,03	0,03	0,01
H + Al	"	2,40	2,30	2,20	5,20	5,20	2,60	3,20	2,80
T	"	11,04	11,30	12,40	16,68	20,78	9,04	17,75	18,61
T(arg.)	"	72	59	50	168	533	20	55	76
V	%	78	80	82	69	75	71	82	85
Sat. Al	"	2	3	11	31	27	0	0	0
Fe (total)	"	-	-	-	-	-	-	-	-
Calhaus	(g kg ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	-	-
Cascalho	"	-	-	-	-	-	27	21	77
Areia grossa	"	67	100	76	104	146	71	55	6
Areia fina	"	297	282	241	366	438	208	214	217
Silte	"	483	427	437	431	377	262	397	750
Argila	"	153	191	246	99	39	319	303	248
Argila natural	"	96	123	110	94	80	125	145	27
Agregação	%	37	35	55	50	105	73	55	89
Silte/argila	-	3,16	2,24	1,77	4,35	9,67	0,82	1,31	3,02
Textura *	-	L	SiL	SiL	L	L	C	CL	L

Formas de relevo e solos

Os municípios de Frederico Westphalen, Taquaruçu do Sul, Vista Alegre, Pinheirinho do Vale, Palmitinho, Seberi, Erval Seco, Iraí, Vicente Dutra, Caiçara, Rodeio Bonito, Pinhal, Novo Tiradentes, Cristal do Sul e Ametista do Sul estão situados na região do Alto Uruguai sobre rochas efusivas básicas provenientes de derrames de lava basáltica, compondo, inicialmente, um conjunto de vilarejos, onde a mata nativa de uma floresta e o relevo escarpado dominante foram preponderantes na sua organização social. Estes derrames intermitentes e sucessivos de rochas de natureza alcalina máfica, supostamente constituíram, pela natureza fluida do magma, um imenso platô regional que evoluiu no tempo.

Os resíduos das rochas foram laterizados superficialmente, desde os períodos Cretáceo e Terciário, em sucessivos eventos climáticos. Ainda podem ser observados os efeitos dos climas passados nos resíduos das rochas que se constituíram em intensa meteorização, desagregação e decomposição, criando, na superfície, uma camada muito espessa de natureza argilosa caulínica-oxídica ferruginosa vermelha, na qual a velocidade de remoção, pelos processos erosivos naturais, foi menor do que a decomposição rochosa.

Localmente, após o estabelecimento do rio Uruguai, o principal dreno natural, houve progressivamente a criação de um gradiente hidráulico. Devido à fragilidade relativa das rochas efusivas básicas, o planalto sofreu, além da erosão laminar fraca, uma dissecação profunda, intensa e progressiva na direção sul, que corroeu a sua borda. Hoje, além da erosão laminar acelerada na borda das chapadas restantes, decompõe-se e fragmenta-se no relevo escarpado pela ação erosiva dos fluxos de água direcionados aos afluentes do rio Uruguai, principalmente pelos rios do Mel, Várzea e Guarita, que possuem altos gradientes hidráulicos. A dissecação, inicialmente lenta, devido a alta permeabilidade do profundo solo antigo, iniciou-se nas chapadas do planalto com leves depressões, que foram drenos das antigas chapadas com cotas máximas atuais de 500 metros.

Essas depressões que vão formar vales, aumentam o efeito erosivo natural na medida em que as sangas e riachos vão acumulando maiores volumes de água, até chegarem ao rio Uruguai. Deve-se considerar que no passado os gradientes hidráulicos foram maiores, já que as cotas do planalto restante estão em torno dos 600 metros.

Nos climas anteriores ao período Quaternário, o planalto se ajustou inicialmente a um sistema de drenos sem valas abertas, com baixos declives nas encostas. Tal modelamento de relevo local ainda se conservou em poucas nascentes das bacias hidrográficas do planalto. Normalmente, verifica-se neste sistema que a água é drenada, inicialmente, desde os platôs ou chapadas, para as pequenas e suaves depressões, que estão inseridas gradativamente no relevo (vales depressivos – Va). Este transporte superficial e interno, lento da água, constituiu e removeu gradativamente os latossolos antigos da superfície e expôs ao longo de milhares de anos superfícies menos meteorizadas inferiores nesse processo erosivo natural moderado.

Nessas novas superfícies que foram sendo expostas (chapadas modernas – Po), com o volume do solo ainda muito espesso e argiloso, porém menos meteorizado pelo clima mais brando, constituíram-se superfícies com formações de horizontes transicionais, que muitas vezes possuem pequenos gradientes texturais. Essas superfícies transicionais de chapadas modernas da borda do planalto e sobre o início do espigão estão sendo destruídas progressivamente e intensamente, pelo maior fluxo de água, desde os climas úmidos passados durante o Quaternário.

Nesse conjunto atual de borda do planalto, fortemente dissecado em direção ao rio Uruguai, há localmente poucas formas de relevo antigas, já que as chapadas restantes se remodelaram de forma acelerada a partir do final do Terciário, em um relevo suave ondulado. Nesse período, provavelmente, estabeleceu-se uma nova drenagem regional, ainda em climas úmidos e quentes, em que um relevo quebrado e áspero foi se tornando dominante. As formas levemente onduladas

que compunham o planalto, com suaves depressões de drenagem, tomaram formas que, embora gradativas, contrastam abruptamente com a superfície restante. À medida que se intensificou o processo erosivo, criaram-se espigões rochosos esqueléticos e ravinas, formando um relevo escarpado.

Localmente, na borda do processo erosivo transicional, poucas formas do planalto antigo se constituem, embora corroídas pela erosão, em superfícies levemente remodeladas. A dissecação intensa, após a perda parcial do manto argiloso, criou sucessivas formas de relevo que perdem gradativamente a sua caracterização plana anterior, mas sempre seguindo um modelo regressivo de chapadas residuais (Pa), chapadas modernas (Po) e vales (Va) que quase abruptamente se transformam em um relevo escarpado progressivo com espigões rochosos (Pi), espigões remodelados (Pe), serras (Sr) e vales (Va).

As chapadas (Pa e Po) na borda do planalto, antecessoras dos espigões (Pi), onde se iniciaram as vias de drenagem, ainda conservam grandes espessuras de solos em raros desses municípios. Essas chapadas já não são mais encontradas na maior parte dos municípios locais mais próximos do rio Uruguai.

As formas suaves de depressões, com vales depressivos (Va) entre chapadas residuais (Pa) e chapadas degradadas (Po), formam os sulcos sem cascalhos e pedras, com sedimentos finos profundos, que estão situados até ao início dos espigões (Pi). São depressões com encostas muito suaves (Va), que com o tempo constituíram uma drenagem que não ultrapassa aos 100 metros de profundidade em relação aos topos das superfícies das chapadas. Essas depressões somente tornam-se ravinas mais profundas quando as chapadas perdem abruptamente os seus resíduos finos e se constituem em espigões.

Com o tempo, nessa borda do planalto, inserem-se sucessivas, estreitas e pequenas quedas de água com cortes profundos, caracterizando um relevo escarpado, onde as faces rochosas são dominantes. Verifica-se o domínio de formas rochosas, nas quais os

espigões (Pi) compõem aparentemente arcabouços esqueléticos (paleo estruturas rochosas) muito resistentes, que regionalmente conservam os níveis altimétricos superiores pouco abaixo das chapadas. Foram modelados por climas passados em superfícies que se desgastam até o encontro das rochas e estreitados a poucos metros de largura por duas ravinas laterais que avançam perpendicularmente para o interior das chapadas, cortando esses segmentos do planalto.

As encostas muito íngremes (praticamente verticais em alguns casos) e profundas (> 100 m) das ravinas laterais, geralmente muito úmidas durante parte do ano, com águas de drenagem suficientemente erosivas para aprofundar os drenos naturais nas rochas relativamente moles e remover os resíduos superficiais dos solos, estão cobertas por uma vegetação da antiga floresta menos atingida pelo desmatamento atual. Pela persistência ainda dos arcabouços rochosos desses platôs, inicialmente cobertos por resíduos laterizados entre e sobre as superfícies rochosas, nas regiões vizinhas, acredita-se que os processos climáticos mais antigos tiveram pouca expressão erosiva se comparados aos atuais.

A contenção do processo erosivo pela floresta foi marcante. As raras voçorocas naturais são administradas pela natureza (clima-mata-rocha-água) em um equilíbrio harmônico, onde, mesmo com o uso intenso da terra, os processos erosivos atuais ainda não criaram situações insustentáveis de conservação. Os "lajeados", que são degraus nessas correntes erosivas, estabelecem-se sob uma cobertura vegetal que não expõe voçorocas.

Nas extremidades dos espigões, essas formas depressivas de vales estreitos no degrau inferior, com sedimentos nas bordas, voltam a se expandir. À medida que esses vales se aplainam e se alargam em direção ao rio Uruguai e afluentes, os espigões se desagregam nos seus extremos, junto ao rio Uruguai. Essa desagregação parcial dos espigões (Pi) constrói colinas abauladas pouco arredondadas, formando um relevo ondulado, onde os solos começam a se estabilizar e a

constituir uma sequência de horizontes distintos (Pe).

Esses solos constituídos nesse período holocênico, embora pouco profundos (< 1 m), são pouco cascalhentos com superfícies homogêneas.

As argilas possuem alta capacidade de troca, embora estejam associadas concomitantemente com poucos resíduos oxídicos próprios da decomposição dos basaltos. São resíduos siltosos e medianamente argilosos com alta capacidade de retenção dos cátions de cálcio e magnésio, preponderantes no sistema organo-mineral.

As formas de drenagem depressivas dos vales que chegam próximas ao rio Uruguai tornam-se côncavas, com sulcos pouco profundos, formas muito aplainadas e deposições de cascalho e seixos. As superfícies úmidas, com a parte superior muito argilosa e, inicialmente, com baixos declives, contêm significativamente a velocidade de escoamento superficial. O processo de transporte da água, freado parcialmente pela vegetação, raramente retém umidade significativa (hidromorfismo visível no solo) nesses finais de drenos. Entretanto, são as partes mais úmidas nas formas de relevo locais (não há banhados).

Nessas formas de relevo, os solos profundos antigos estão situados no resto do planalto. Os solos rasos, rochosos, pedregosos e férteis, estão nas formas modernas de relevo.

De uma forma geral, nessa região tem-se analisado os latossolos descritos por Costa Lemos, em BRASIL (1973), e se observa que foram descritos em superfícies elevadas que ocupam o topo das elevações.

Isto leva à conclusão de que esses solos integravam um contexto antigo no nível superior de platô. Como era de se prever, tem-se observado que esse relevo, em remoção nesses períodos úmidos, passados e atuais (Quaternário), está constituído por restos de páleo superfícies descontínuas. As encostas das chapadas, constituem coxilhas ainda com solos profundos, ou seja, o terço médio e

inferior já não comportam mais solos muito laterizados.

Na região da borda do planalto, onde a drenagem se dirige ao rio Uruguai, não há mais a ocorrência desses latossolos, já que os solos locais se encontram mais estruturados e menos envelhecidos.

Observando-se os perfis coletados nessas encostas das chapadas expostas mais recentemente, conclui-se que poucos caracterizam a laterização dos solos encontrados por Costa Lemos, em BRASIL (1973), nas partes mais conservadas do planalto, como no topo dos platôs mais centrais (Unidade Erechim, **Tabela 11**), onde é descrito o latossolo roxo.

Conforme Costa Lemos, em BRASIL (1973), esses solos das superfícies naturalmente erodidas, onde o relevo se torna escarpado, seriam uma associação das unidades Ciríaco e Charrua (**Tabela 12**). Essas unidades foram caracterizadas conforme o sistema taxonômico usado na época como brunizém avermelhado e solos litólicos eutróficos. Somente nas superfícies ainda aplainadas, na borda do planalto, restariam resíduos intemperizados com latossolo roxo distrófico. Para Streck et al. (2008), atualizando Costa Lemos em (BRASIL, 1973), esses solos das superfícies erodidas e dissecadas seriam neossolo regolítico eutrófico, cambissolo háplico eutrófico e luvisolo háplico pálico. As áreas integrais do platô restante do planalto estariam ainda cobertas por latossolo vermelho aluminico férrico.

IBGE (1986) considera que os solos das partes dissecadas de espigões, vales e encostas seriam cambissolos eutróficos, Ta gleicos A chernozêmicos, de textura argilosa, com glei pouco húmico eutrófico Ta, A moderado, textura argilosa. As chapadas degradadas – Po (superficialmente desgastadas) conteriam ainda latossolo roxo distrófico álico A, proeminente e moderado, textura muito argilosa. As chapadas degradadas – Po, a leste, conteriam Terra Roxa Estruturada eutrófica, A moderado e chernozêmico, muito argilosa e solos litólicos eutróficos, A

chernozêmico e moderado, textura média e cascalhenta.

Ao sul dessa área em discussão, ocorreria pequena superfície do planalto com chapadas residuais, com latossolo Roxo distrófico álico, A proeminente, textura muito argilosa, além de latossolo bruno e latossolo roxo álico, A proeminente, textura muito argilosa.

Até as décadas de 70 e 80 do século passado, o conceito usado nos mapeamentos do Projeto Radam (atual IBGE) e SNLCS (atual Embrapa Solos) era de que as fracas estruturas individualizadas, ou mesmo na ausência delas nos solos amazônicos, embora muito laterizados e com gradientes texturais, caracterizavam os podzólicos vermelho-amarelos e vermelhos.

A forte laterização de solos estruturados, com ou sem iluviação percebida pelo trânsito das argilas, no perfil, ou o inverso, na época, criava uma ambiguidade taxonômica nos limites das ordens (latossolo/podzólico) para os pedólogos. Novos parâmetros (*Kandic horizon*) foram adicionados à taxonomia atual por Santos et al. (2006) para estabelecer limites entre essas duas antigas ordens (latossolos e podzólicos). Os nitossolos vieram compor uma ordem nova para ocupar esse espaço, ainda pouco clara, porém mais coerente. Entretanto, o inter-relacionamento entre as ordens de latossolos e nitossolos está muito distante (4º nível). Deveriam se justaporem em subordens ou grandes grupos, criando-se uma maior aproximação entre essas duas ordens.

Atualmente, as superfícies mais antigas assemelham-se às descritas por Costa Lemos, em BRASIL (1973), como pertencentes à unidade de mapeamento Erechim nas formas morfológicas locais. Este solo é produto de um intemperismo intenso que sofreram as camadas mais elevadas do planalto. É próprio de fatores climáticos remotos, onde as argilas superficiais fragmentaram-se e a sílica foi removida com a eventual concentração do ferro (Klamt, 1969).

Observa-se que somente o horizonte A tem uma postura de ter sido modificado nesse clima atual. As transições para as formas de

relevo atual condicionam à existência de horizontes com aspectos similares, mas com gradientes texturais concomitantes ou posteriores a uma parcial laterização, porém sem remover os altos teores de óxidos de ferro e argilas caulíníticas.

Os resultados atualmente obtidos nestes municípios da borda do rio Uruguai, caracterizam os solos mais profundos das chapadas restantes como superficialmente constituídos por um horizonte A moderado com cor avermelhada, em parte devido aos resíduos ferruginosos remobilizados pelo uso da terra no perfil do solo de estrutura em blocos subangulares, fracos e granulares. Sob esse horizonte A gradativamente se insere um horizonte B vermelho-escuro, com estrutura moderada em grandes blocos subangulares, que se desagregam facilmente em blocos subangulares pequenos. Há uma sutil cerosidade moderada a fraca envolvendo esses blocos. Esses atributos eram próprios dos podzólicos (nitossolos). Entretanto, os resultados analíticos caracterizam horizontes oxidícos, próprios dos latossolos. Nas superfícies mais baixas das chapadas, próximas dos vales, há poucas encostas depressivas com pequenos gradientes texturais que se acentuam entre os horizontes A e B. Estes atributos têm sido considerados como características locais dos horizontes Bt argílicos ou texturais; portanto, algo que os transportam para a linha dos argissolos.

Analisados de forma generalizada, a parte coloidal apresenta uma gradativa e parcial intemperização em relação à catena. Conclui-se, pelos baixos valores do complexo de troca das argilas, que há uma dominância de compostos ferruginosos oxidícos envolvendo as argilas caulíníticas, progressivamente crescente, na direção da parte inferior do solo. Nas partes inferiores do relevo das chapadas antigas (encostas), o complexo de troca passa a ser maior, e mais saturado de cálcio e magnésio (menos acidificado).

A congregação de fatores caracteriza com mais vigor as ordens e subordens dos nitossolos vermelhos e, raramente, argissolos vermelhos,

excluindo totalmente os chernossolos e luvisolos, pois não há argilas complexas no perfil, salvo os restos orgânicos.

Algumas superfícies mais recentes do que as do topo do planalto são caracterizadas por solos como, nitossolos vermelhos eutroféricos latossólicos ou nitossolos vermelhos distroféricos latossólicos, que estão inseridos nas superfícies transicionais das chapadas. Onde há gradientes texturais, os solos estão menos intemperizados, com maior atividade das argilas (encosta).

A dominância de altos teores de bases trocáveis com altos teores de óxidos de ferro saturando parcialmente o complexo de troca disponível caracteriza todos esses solos como eutroféricos, ou seja, uma conjugação de processos parciais de intemperização, mobilização de elementos, principalmente onde os resíduos orgânicos são acumulados pela vegetação ou excessos de umidade. Situam-se (na taxonomia) esses solos nas vizinhanças dos argissolos vermelhos eutroféricos latossólicos, como era de se esperar pelos estudos anteriores na região.

Nessas chapadas, mais recentes, remodeladas pela erosão natural em superfícies conservadas na borda dos espigões, onde restos da floresta anterior ainda estão interagindo com o complexo orgânico dos solos, onde muitos perfis se situam como chernossolos. Outros solos profundos, sem horizontes chernozêmicos, que compõem o sistema.

Nestes locais há maior ocorrência de perfis com transição textural gradual. São eutroféricos com horizonte B nítico (saturação de bases muito alta e baixa capacidade de troca das argilas). Estes fatores induzem a que se tenha nitossolos com ocorrências muito frequentes nas partes antigas do relevo e luvisolos nas partes modernas. Possivelmente a tendência, em determinado clima passado, seria de que os nitossolos fossem extintos como parcialmente foram os latossolos. Em virtude da maior ocorrência de superfícies antigas, parecem situados como dominantes nesse contexto que foi denominado pelo IBGE (1986) como terra roxa.

Nesse período Quaternário, foi gradativamente aberto um modelamento de cortes retilíneos e profundos à jusante das depressões antigas, pela intensificação das chuvas em períodos declimas recentes com altas precipitações.

Sem a capa residual, o basalto se desagrega, criando solos rochosos, cascalhentos e pedregosos, sem uma ordem natural que se repita a poucos metros. Devido ao aumento do gradiente hidráulico local, criaram-se, quase que totalmente, solos incipientes como os neossolos litólicos e regolílicos e cambissolos háplicos (horizontes A que não cumprem as condições de chernozêmico nem de húmico) com transições difusas e espessas entre os horizontes A e C cascalhentos, nas unidades de relevo dissecadas em geral.

Na drenagem local em que esse relevo escarpado se encontra atualmente, em sintonia com o clima, a pouca água, que penetra no solo raso e muito permeável é retida na superfície. Há alta permeabilidade no solo, propiciando uma grande condição de percolação (cascalho no horizonte BiC e C). Os excessos de água rapidamente fluem para as ravinas com profundas depressões, através das curtas e muito íngremes encostas.

Esse sistema rápido de transporte de água possivelmente seja responsável pelo estabelecimento e modificações da espessura e cor dos horizontes superficiais (A), nas regiões mais dissecadas e totalmente exploradas com culturas ocasionais e pastagens.

É de se esperar que o fluxo interno atualmente seja muito maior do que foi com a floresta. A agricultura atual, juntamente com a vegetação herbácea e de gramíneas em capoeiras pouco retém e consome essa água transitória. Nesse sistema em desagregação permanente, aparentemente a água não se mostra como elemento limitante no sistema solo-água-vegetação nativa.

Os solos se recompõem com seus produtos residuais, sem que se possa determinar uma participação efetiva de camadas específicas de basalto que se alternam, não sendo constatada

participação de resíduos das chapadas.

Nas partes naturalmente erodidas intensivamente (Pe, Pi e Sr) que se remontam até a construção de novos solos, aparentemente houve um processo rápido, na formação de um complexo de troca entre compostos orgânicos, muito silte e de novas argilas com parcial envolvimento por compostos ferrosos e ferruginosos.

Essa nova conjuntura de solos coluviais cascalhentos e siltosos (encostas e fundo de vales), solos litólicos (topos de espigão que se constroem e são erodidos) e solos residuais profundos de sedimentos finos (fundo de vale) pouco canalizam uma evolução pedológica, além dos cambissolos no sistema mineral local existente (rochas basálticas). Entretanto, o estabelecimento de chernossolos e luvisolos ocorre em superfícies que foram e estão estáveis e com aplainamento suficiente para conter a erosão natural progressiva. Mesmo assim, a ocorrência destes solos, quando presentes (ocasionais) é intermitente no relevo, que se desagrega por camadas paralelas, ou seja, somente em espigões muito aplainados (Pe), em alguns vales estáveis e em perfis que se aprofundam em rochas mais moles do que a capacidade de remoção do processo erosivo, é que estes solos podem ocorrer.

No geral, raros argissolos podem ser encontrados, pois não há superfícies estáveis antigas e úmidas nem transições naturais com interferência de gradientes hidráulicos. Caso ocorram, são essencialmente férteis, pois, tendo alta saturação de bases, poucos seriam ácidos e apresentariam raramente teores de alumínio trocável, como é comum nos solos vizinhos parcialmente laterizados e mais antigos de chapadas em outras partes do platô. Os solos mais caracterizados pelo gradiente textural situam-se essencialmente muito próximos dos luvisolos crômicos.

Nessas formas de relevo em desagregação, os cambissolos háplicos e neossolos litólicos compõem as superfícies modernas locais. Os grandes grupos se estabelecem entre eutroféricos e eutróficos. Ainda não há parâmetros taxonômicos específicos

estabelecidos para apontar subgrupos dominantes.

Deve-se considerar que entre as ordens dos neossolos litólicos e cambissolos háplicos, há uma ocorrência concomitante com solos próprios de deposições coluviais recentes, que apresentam avanços dos fatores do intemperismo. Na taxonomia atual cabe encontrar, no geral, uma denominação apropriada para os subgrupos expressarem a alta fertilidade superficial, baseada em parte em compostos orgânicos, sobre resíduos oxidicos e a alta disponibilidade temporal de bases trocáveis dos materiais máficos abundantes.

Nos vales de espigões (ravinas), perfis predominantemente rasos, situados em superfícies em desagregação, apresentam, em todos os horizontes, o caráter essencialmente eutrófico, sobre um baixo grau de intemperização, na parte inferior. Alguns com teores de argilas no horizonte C semelhantes ao horizonte A chernozêmico, foram denominados de cambissolos háplicos. Talvez a subordem de "vermelho" devesse ser criada, já que "háplico" generaliza muito estes solos, de ocorrência pouco comum e diferenciada nas rochas basálticas. Provavelmente houve a suposição, no estabelecimento da atual taxonomia, de que solos com horizontes B incipientes (Bi) não acumulariam teores elevados de óxidos de ferro não hidratados. Alguns perfis menos intemperizados de exposição em encostas mais recentes são denominados de eutróficos chernossólicos ou saprolíticos, embora, nesse caso, a denominação mais apropriada devesse ser eutroféricos.

A taxonomia atual generaliza muito esses grandes grupos que, na verdade, deveriam ser específicos.

Nos vales, a heterogeneidade de solos rasos é comum, com total ocorrência de solos muito férteis. Concomitante com os cambissolos e neossolos litólicos e regolíticos, alguns perfis, em superfícies estáveis mais antigas, assemelham-se à unidade Ciriaco descrita por Costa Lemos (BRASIL, 1973) como brunizém avermelhado ou chernossolo argilúvico férreo típico e se apresentam mais desenvolvidos

(maior diferenciação textural entre os horizontes A e B).

Na verdade, o chernossolo evoluiria em um clima seco, onde as argilas não se degradariam, como ocorreu com as superfícies mais antigas. Dentro do sistema taxonômico atual, a subordem “vermelho” (ainda não consta na taxonomia atual) e grande grupo eutroférico melhor agrupariam este solo no contexto local. Luvissolo crômico seria a melhor denominação onde os horizontes superficiais estejam degradados pela cor

vermelha dos óxidos removidos da parte inferior.

Os solos mais rasos, encontrados nas bordas das encostas, pouco menos intemperizados, têm sido denominados de neossolos litólicos eutróficos chernossólicos, que seriam transições entre as unidades Ciríaco e Charrua conforme propõe Costa Lemos, em BRASIL (1973).

Neste estudo está se propondo a relação taxonômica dos solos com as formas de relevo (Tabela 13).

Tabela 11. Informações do perfil Erechim (COSTA LEMOS em Brasil, 1973). Embrapa Clima Temperado, Erechim, RS, 1973

a) Classificação: SBCS – LATOSOL ROXO DISTRÓFICO álico; textura argilosa (Brasil 1973); Soil Taxonomy – Haploorthox. b) Localização: Município de Erechim, na estrada Erechim - Gaurama, a 2 Km da cidade de Erechim. c) Geologia regional: eruptivas básicas, basalto. d) Material de origem: Eruptivas básicas. e) Geomorfologia: planalto. f) Situação do perfil: Corte de estradas no topo de uma elevação com 14% de declive. g) Declividade: 5 a 15%. h) Erosão: não determinada. i) Relevo: Ondulado, apresentando as elevações vertentes convexas em dezenas de metros. j) Suscetibilidade à erosão: moderada a forte. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: Pastagem com presença de araucárias. p) Altitude: 680 metros. q) Descrição do perfil:						
(hz)	(cm)	(solo)				
A1	0 – 15	Bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/3, úmido), bruno-avermelhado-escuro (2,5R 3/3, úmido amassado), bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4, seco), bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4, seco triturado); argila pesada; fraca pequena e média granular; poroso; lig. duro, friável, lig. plástico e lig. pegajoso pouco trabalhado, tornando-se pegajoso quando muito trabalhado; transição difusa e plana; raízes comuns. Observação: atividade biológica motivada principalmente por termitas.				
A3	15 – 60	Bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/4, úmido), vermelho-escuro (2,5YR 3/5, úmido amassado), bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/4, seco), vermelho-escuro (2,5YR 3/5, seco triturado); argila pesada; fraca média e grandes blocos subangulares com aspecto de maciça pouco coerente; pouco poroso; lig. duro, friável, plástico e lig. pegajoso quando pouco trabalhado, tornando-se pegajoso quando muito trabalhado; transição difusa e plana, raízes raras. Observação: com 60 aumentos, observa-se <i>coatings</i> na massa do solo.				
B1	60 – 90	Vermelho-escuro (2,5YR 3/5, úmido), vermelho-escuro (2,5YR 3/5 úmido amassado); argila pesada; fraca pequena e média, blocos subangulares com aspecto de maciça pouco coerente; poroso; duro friável, plástico e lig. pegajoso quando pouco trabalhado, tornando-se pegajoso quando muito trabalhado; transição difusa e plana; raízes ausentes. Observação: Além de <i>coatings</i> observados a olho desarmado notamos, com 60 aumentos, <i>coatings</i> na massa do solo.				
B21	90 – 150	Vermelho-escuro (2,5YR 3/6, úmido), vermelho-escuro (2,5YR 3/4, úmido amassado); argila pesada; fraca pequena e média, blocos subangulares com aspecto de maciça pouco coerente; poroso; cerosidade fraca e pouca; duro, friável, plástico e lig. pegajoso quando pouco trabalhado, tornando-se pegajoso quando muito trabalhado; transição difusa e plana; raízes ausentes. Observação: com 60 aumentos, observa-se <i>coatings</i> na massa do solo.				
B22	150 +	Vermelho-escuro (2,5YR 3/6, úmido), vermelho-escuro (2,5YR 3/6, úmido amassado); argila pesada; fraca pequena e média, blocos subangulares com aspecto de maciça pouco coerente; poroso; cerosidade fraca e pouca; duro, friável, plástico e lig. pegajoso quando pouco trabalhado, tornando-se pegajoso quando muito trabalhado; raízes ausentes. Observação: com 60 aumentos, observa-se <i>coatings</i> na massa do solo.				
Fatores		Horizontes				
		A1	A3	B1	B21	B22
Espessura	(cm)	0 – 15	15 – 60	60 – 90	90 – 150	150 +
C. orgânico	%	1,80	1,24	0,90	0,67	0,35
N	"	0,15	0,10	0,08	0,08	0,05
C/N	-	12	12	11	8	7
M. O.	%	-	-	-	-	-
P	ppm	1	1	1	1	1
pH (H ₂ O)	-	4,5	4,6	4,7	4,9	5,5
pH (KCl)	-	3,8	3,9	4,0	4,0	4,1
SiO ₂	%	25,2	26,0	27,7	28,1	28,0
Al ₂ O ₃	"	20,2	21,6	23,3	23,0	22,7
Fe ₂ O ₃	"	23,4	23,4	22,3	22,5	22,3
TiO ₂	"	4,58	4,26	3,95	3,95	4,18
P ₂ O ₅	"	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
MnO	"	0,09	0,08	0,07	0,06	0,07
Ki	-	2,10	2,05	2,02	2,08	2,09
Kr	-	1,21	1,21	1,26	1,28	1,27
Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃	-	1,35	1,44	1,64	1,61	1,53
Ca	(mE/100 g)	0,5	0,4	0,3	0,2	0,4
Mg	"	-	-	-	-	-
K	"	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
Na	"	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02
S	"	0,6	0,5	0,4	0,3	0,5
Al	"	5,7	5,1	4,1	3,1	5,9
H + Al	"	8,3	7,2	4,6	5,6	1,1
T	"	14,6	12,8	9,1	9,0	7,5
T(arg.)	"	-	-	-	-	-
V	%	4	3	3	3	6
Sat. Al	"	90	91	91	86	92
Cascalho	"	X	0	0	0	0
Calhaus	"	0	0	0	0	0
Areia Grossa	"	2	1	1	1	1
Areia fina	"	1	0	0	0	1
Silte	"	23	19	16	17	16
Argila	"	74	80	83	82	82
Argila natural	"	41	32	0	0	0
Agregação	"	44	60	100	100	100
Silte/argila	"	0,31	0,23	0,19	0,20	0,19

Tabela 12. Informações dos perfis Ciriaco e Charrua (COSTA LEMOS em Brasil, 1973). Embrapa Clima Temperado, Ciriaco e Charrua, RS, 1973

a) Classificação: SBCS – BRUNIZÉM AVERMELHADO raso textura argilosa (Brasil 1973), CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Férrico típico (Streck et al. 2002); *Soil Taxonomy* – *Rhodic Argiudoll*. b) Localização: Município de Sarandi, na estrada Rondinha – Ronda Alta, próximo a Rondinha. c) Geologia regional: eruptivas básicas, basalto. d) Material de origem: Meláfiro. e) Geomorfologia: planalto. f) Situação do perfil: corte de estrada na meia encosta de uma elevação com 42% de declive. g) Declividade: 42%. h) Erosão: não determinada. i) Relevo: forte ondulado formando vales em V com fundo chato. j) Suscetibilidade à erosão: moderada. l) Pedregosidade: não há. m) Rochosidade: não há. n) Drenabilidade: moderadamente drenado. o) Vegetação: plantio de aveia e azevém para corte. p) Descrição do perfil: q) Altitude: 380 metros.

(hz)	(cm)	(solo – Ciriaco)
Ap	0 – 25	Bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmido); bruno-avermelhado escuro (5YR 3/2, úmido amassado); franco-arenoso; fraca, pequena e média, granular; poroso; solto, friável, muito plástico e não pegajoso; transição difusa e plana; raízes abundantes.
A3	25 – 48	Bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmido); bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmido amassado); franco-argiloso; fraca, pequena blocos subangulares e fraca pequena, granular; poroso; macio, friável, muito plástico e não pegajoso; transição clara e plana ; raízes comuns.
B2	48 – 90	Bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmido); bruno-avermelhado-escuro (5Yr 3/3, úmido amassado); franco-argiloso; forte, média e grande, blocos subangulares; cerosidade forte e abundante; pouco poroso; e muito duro, firme, muito plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e ondulada; raízes ausentes.
R	90 – 150 +	Fragmentos com 15 a 30 cm de comprimento de meláfrio em decomposição.

a) Classificação: SBCS – Solos Litólicos Eutróficos (Brasil 1973), NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico chernossólico (Streck et al. 2002); *Soil Taxonomy* – *Hapludoll*. b) Localização: Município de Porto Lucena, na estrada Porto Lucena – Santo Cristo, a 3 Km de porto Lucena. c) Geologia regional: eruptivas básicas, basalto. d) Material de origem: eruptivas básicas (basalto amigdalóide). e) Geomorfologia: planalto. f) Situação do perfil: corte de estrada na meia encosta de uma elevação com 25% de declive. g) Declividade: 25%. h) Erosão: não determinada. i) Relevo: forte ondulado a montanhoso, apresentando vales em V. j) Suscetibilidade à erosão: moderada. l) Pedregosidade: - %. m) Rochosidade: - %. n) Drenabilidade: bem drenado. o) Vegetação: Capoeira. Na região, nesta época, observam-se culturas de soja e milho consorciadas. Na área cultivo de cana-de-açúcar para forragem.p) Descrição do perfil: - . q) Altitude: 220 metros.

(hz)	(cm)	(solo - Charrua)
A	0 – 20	Bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmido); franco-siltoso; fraca, pequena, granular; muito poroso; macio, friável, ligeiramente plástico a plástico e não pegajoso; presença na parte inferior do horizonte de pedras arestadas e algumas arredondadas com 5cm de diâmetro, em média; transição gradual e plana; raízes abundantes. As raízes são compridas e penetram entre as pedras de horizonte R. No horizonte A ocorrem pequenos fragmentos de rochas em decomposição.
R	20 – 110 +	Rocha em decomposição, constituída por pedras arestadas (basalto) e algumas arredondadas (basalto amigdalóide), que aumentam de tamanho, a medida que o perfil se aprofunda. OBS.: Na superfície do solo, ocorrem inúmeras pedras arredondadas.

Fatores		Horizontes					
		Ciriaco			Charrua		
		Ap	A3	B2	A	R	
Espessura	(cm)	0 – 25	25 – 48	48 – 90	0 – 20	20 – 110 +	
C. orgânico	%	1,65	1,08	0,59	2,20	0,93	
N	"	0,15	0,11	0,08	0,25	0,10	
C/N	-	11	10	7	9	9	
M. O.	%	2,87	1,88	1,03	3,82	1,62	
P	ppm	3	2	1	31	34	
pH (H ₂ O)	-	5,90	6,20	6,70	5,80	6,00	
pH (KCl)	-	5,00	5,10	5,50	4,70	4,70	
SiO ₂	%	11,20	12,00	22,10	27,10	29,10	
Al ₂ O ₃	"	5,30	6,00	12,30	10,80	12,80	
Fe ₂ O ₃	"	24,50	24,40	21,30	24,06	24,11	
TiO ₂	"	7,99	8,97	6,98	3,73	3,84	
P ₂ O ₅	"	0,33	0,23	0,20	0,29	0,28	
MnO	"	-	-	-	-	-	
Ki	-	3,63	3,38	3,49	4,25	3,87	
Kr	-	0,912	0,94	1,45	1,76	1,76	
Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃	-	0,34	0,39	0,90	0,70	0,83	
Ca	(mE/100 g)	10,90	11,40	16,10	33,00	32,90	
Mg	"	2,00	2,00	4,00	5,40	6,70	
K	"	0,08	0,06	0,04	0,56	0,45	
Na	"	0,03	0,03	0,04	0,04	0,07	
S	"	12,70	13,40	20,00	39,00	40,10	
Al	"	0	0	0	0,20	0,20	
H + Al	"	5,00	3,70	2,60	6,60	5,60	
T	"	17,70	17,00	22,80	45,80	45,80	
T(arg.)	"	-	-	-	-	-	
V	%	72	79	89	85	88	
Sat. Al	"	0	0	0	0	0	
Cascalho	"	1	5	1	9	-	
Calhaus	"	0	3	0	32	-	
Areia Grossa	"	26	22	11	14	25	
Areia fina	"	16	15	13	14	19	
Silte	"	40	40	36	62	41	
Argila	"	18	23	39	11	15	
Argila natural	"	6	12	23	9	14	
Agregação	"	66	50	17	23	8	
Silte/argila	"	2,22	1,73	0,92	5,63	2,73	
Textura	-	SL	CL	CL	SiL	-	

Tabela 13. Relação das unidades de relevo com a taxonomia dos solos locais.

F. relevo	Solos	%	Solos (ordem a subgrupos)	Área(Km ²)	%
Pa	NVdf	80	NITOSSOLO VERMELHO Distroférico latossólico	225,61	10,19
		15	NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico latossólico		
		5	LATOSSOLO VERMELHO Distroférico nitossólico		
Po	NVef	50	NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico chernossólico	232,70	10,51
		40	LUVISSOLO CRÔMICO Órtico chernossólico		
		10	CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Férrico saprolítico		
Pi	RLe	60	NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário	326,07	14,72
		30	CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutroférico léptico		
		10	LUVISSOLO CRÔMICO Órtico chernossólico		
Pe	TCO	40	LUVISSOLO CRÔMICO Órtico chernossólico	380,27	17,17
		40	CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutroférico léptico		
		20	NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico léptico		
Sr	RRe	40	NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico léptico	803,19	36,27
		40	NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário		
		20	CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutroférico léptico		
Va	CUe	40	CAMBISSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico chernossólico	246,72	11,14
		40	NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico léptico		
		20	CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico saprolítico		

*Área indígena não está incluída.

Uso da terra

A forma como a terra tem sido utilizada, ao longo do tempo, reflete o uso das gerações passadas. A pecuária, básica sustentação econômica do passado do Rio Grande do Sul, não deixou marcas nos solos, pois os cultivos que a acompanhavam eram insignificantes e destinados apenas para a subsistência, pois a carne era praticamente o alimento básico. Nas terras do Alto Uruguai, as matas formavam uma cobertura densa, onde era preciso usar a madeira inicialmente e, após o estabelecimento de roças, criar alguns animais. Os agricultores que compravam as terras não tinham a tradição da pecuária regional.

Conforme Esperança do Sul (2000), na década de 50 do século passado, após o período inicial de estabelecimento, os colonos começaram a ter excedentes na produção agrícola familiar e o feijão foi o primeiro produto agrícola comercializado. Potencialmente, outros cultivos de produção familiar se seguiram. A suinocultura, a partir dos anos 60, direcionou o uso da terra para o cultivo do milho. Varrida do agronegócio regional por aspectos comuns, como todas as atividades agrícolas que se tornaram competitivas nos mercados econômicos (aparecimento de doenças), praticamente ficou inativa. Entretanto, a soja bruscamente substituiu em grande parte as lavouras, com múltiplos cultivos onde fosse possível cultivá-la.

Hoje essa cultura está indefinida como negócio lucrativo pelos entraves econômicos complexos da época atual.

A estrutura econômica e social local, que derrubou a floresta gradativamente para o estabelecimento de um modelo de agricultura familiar e um uso diversificado da terra, está marginalizada por produzir bens de baixos valores. Nos seus arredores, a agricultura está sendo intensivamente estruturada para o processo produtivo mecanizado onde há chapadas.

A modificação do sistema anterior pela colonização, ou seja, a ocupação da terra em pequenas glebas, onde a agricultura diversificada é a fonte básica de subsistência, parece um sistema que trouxe poucos ganhos sociais. A pobreza no campo pode ser avaliada pelos problemas consequentes do uso intensivo, ou seja, a erosão e a dependência gradativa de insumos para o controle de pragas e doenças e a saturação do pequeno espaço no mercado disponível a seus produtos. A erosão local não está acompanhada muito de perto. Isto é devido à perda visível da fertilidade à medida que as glebas são degradadas, como é comum nas regiões que sofrem o abandono temporário.

Nas chapadas próximas (ainda terra de colonos) os solos estão mais férteis pelos insumos adicionados. Entretanto, os processos

erosivos provocados (erosão laminar) estão acontecendo gradativamente. Esses dois fatores nas chapadas (áreas de maior interesse na produção agrícola), erosão e baixa fertilidade, comuns em todo o país por quase meio século, envolveram uma grande fonte de recursos, no que se refere a pesquisas nas áreas agrícolas. Localmente não se constituem como problemas atuais.

As pesquisas regionais nos latossolos (nitossolos) do planalto, até 1990, tinham como prioridade a contenção dos processos erosivos e a correção dos solos com respeito à reposição de nutrientes (fósforo) e controle da acidez (calcário). Posteriormente, estudos paralelos, como o de Oliveira (1970), acentuaram o grande suprimento de potássio em cultivos sucessivos. Nesse período, muito se estudou sobre os atributos desses solos. Assim, muitos parâmetros físicos foram determinados, principalmente os que avaliaram as variações entre o solo sob floresta e o submetido ao uso agrícola contínuo.

Pesquisas, ainda no planalto, na região de chapadas, acentuaram os conhecimentos das relações solo-água e a dinâmica do movimento da água, à medida que a degradação se efetivava Dedecek (1974); Denardin (1978). Posteriormente, Rosa (1981) apresentou proposições de correção dos processos de degradação (erosão, adensamento, baixa infiltração etc.) e acentuou, além dos problemas decorrentes do uso agrícola, um manejo para as correções da compactação de horizontes subsuperficiais ocasionados pelo uso da maquinaria agrícola.

A partir da década de 90, nessas chapadas, as pesquisas continuaram em relação às degradações físicas condicionadas pelo uso, principalmente na região de planalto. Foram além, expandiram-se na procura de manejos adequados para a nova dinâmica de plantio direto, que controlava 90% da erosão, mas não se apresentava como um manejo definitivo.

No entanto, o controle quase efetivo do processo erosivo, por técnicas de plantio direto, trouxe uma tranquilidade aos

agricultores e aos que buscavam soluções, ou seja, a pesquisa aliada a um sistema de apoio de órgãos de extensão muito atuantes.

As técnicas agora em vigor, de certa forma, estão estabilizando as atividades no campo, mesmo com uma degradação física pouco aparente das terras. O aspecto que situou as lavouras de milho, soja e trigo até as áreas de alto risco contribuiu para um aumento de produção, que está no limite possível, pela expansão das áreas agrícolas.

O controle dos efeitos erosivos ainda vigentes, que é uma busca contínua da pesquisa, atualmente está muito relacionado às coberturas vegetais nos intervalos entre as culturas produtivas de grãos. O manejo com culturas de cobertura objetiva, além de servir de adições de resíduos orgânicos que subsidiam as culturas posteriores, recupera parte das estruturas e porosidade do solo e redução do adensamento das camadas inferiores, através de sistemas radiculares profundos (Fontaneli et al. 1997).

Entretanto, nesses municípios com relevos dissecados, cabe acentuar que ainda não se desenvolveu uma metodologia de tratamentos para essas terras do planalto. Algumas são tratadas como se todas fossem produtos de um estágio de laterização ou pré-laterização, processo no qual os solos perdem as bases e, acidificados, expõem elevada acidez com teores tóxicos de alumínio trocável. No caso, cabe acentuar que isso só pode ocorrer nas chapadas antigas, portanto nas formas de relevo modernas como serras (Sr), vales (Va) e espigões (Pi e Pe), derivadas do basalto alcalino regional, o uso de calcário tanto corretivo da acidez como componente da adubação é desnecessário. Nas chapadas remodeladas locais dos municípios próximos ao rio Uruguai não se observa a ocorrência de acidez suficiente para liberar alumínio tóxico. Além disto, os solos são muito ricos em cálcio e magnésio.

A agricultura do futuro nesta região íngreme não se prenderá somente à adição de produtos, como atualmente está ocorrendo.

A água deverá ter uso incrementado, sempre que disponível, e sua relação com o solo deverá ser melhor estudada, já que a sua deficiência atual nas culturas de verão é marcante, com perdas anuais variáveis.

A água dos lageados será veículo de adição de nutrientes e produtos químicos usados no dia-a-dia do campesino, consequentemente, fonte de contaminação do solo. Outras associações de plantas e manejo de culturas, em relação às posições do relevo, certamente deverão ser analisadas para novas espécies, quando as modificações da economia se tornarem viáveis às culturas próprias à contenção do processo erosivo e ao uso transitório das glebas atuais degradadas.

Para quantificar as áreas agrícolas diferenciadas e os tratamentos para a manutenção em relação à capacidade produtiva, em locais de um Brasil já desenvolvido no sistema agrícola, a classificação de Capacidade de Uso das Terras apresenta-se como um caminho para o uso posterior, e atua ainda mais como uma indicação da potencialidade de onde e como as terras estão sendo usadas, tanto na área do "Território" como nos municípios (**Tabelas 14 e 15**). Assim, constata-se que as variações dos graus de limitações propostas pela integração dos solos (deficiência de fósforo em algumas áreas) com o meio (susceptibilidade à erosão), o clima (deficiência ocasional de água no verão), a espessura do solo e a possibilidade de usar

máquinas agrícolas, predispõem as terras a serem situadas em uma ordem decrescente de utilidade agrícola.

Com o objetivo de caracterizar as terras, em municípios onde há agricultores de distintas classes sociais e as tecnologias empregadas na agricultura são, desde primárias, às mais desenvolvidas, Ramalho, Filho & Beek (1978) propuseram o sistema de Aptidão Agrícola das Terras que pode se situar neste contexto. Esse sistema taxonômico considera o agricultor como um elemento componente, onde os seus meios e desenvolvimento agrícola são considerados.

Similar ao sistema anterior, os grupos propostos de terras e usuários visam qualificar as terras em função das deficiências ao uso agrícola (**Tabelas 14 e 15**). O peso da susceptibilidade à erosão, atenuado de certa forma, torna o sistema menos diferenciado entre os grupos. Cabe acentuar que esse sistema foi proposto, na metade do século passado, para um Brasil predominantemente subdesenvolvido e com regiões muito diversificadas em termos de práticas agrícolas. Neste caso, o sistema proposto prevê três usuários, com distintos níveis de manejo (primitivo, pouco desenvolvido e desenvolvido). Quando proposto para uma região muito desenvolvida, no campo agrícola, como nos municípios vizinhos de terras aplainadas, os mapas de uso das terras praticamente se confundem com o sistema de Capacidade de Uso das Terras.

Tabela 14. Formas de relevo, limitações e classes de aptidão agrícola e capacidade de uso das terras.

Formas de relevo	Limitações						Capacidade de uso e aptidão agrícola		
	fert	prof.	-H ₂ O	+ H ₂ O	erosão	mec.	Classes		%
							cap.uso	apt.agric	
Chapadas residuais (Pa)	L / M	N	M	N	M	N	III se	1aBC	10,19
Chapadas remodeladas (Po)	L	N	M	N	M	N	II se	1ABC	10,51
Espigões rochosos (Pi)	L	MF	MF	N	L	MF	VII-1 se	2a(b)	14,72
Espigões degradados (Pe)	N	L / M	M	N	M / F	M / F	VI se	1A(b)	17,17
Serras (Sr)	N	L	M	N	MF	MF	VII-2 se	3(a)(b)	36,27
Vales (Va)	N	N	L	L / M	L	L	IV se	1AB(c)	11,14

N – nula; L – ligeira; M – moderada; F – forte; MF – muito forte.

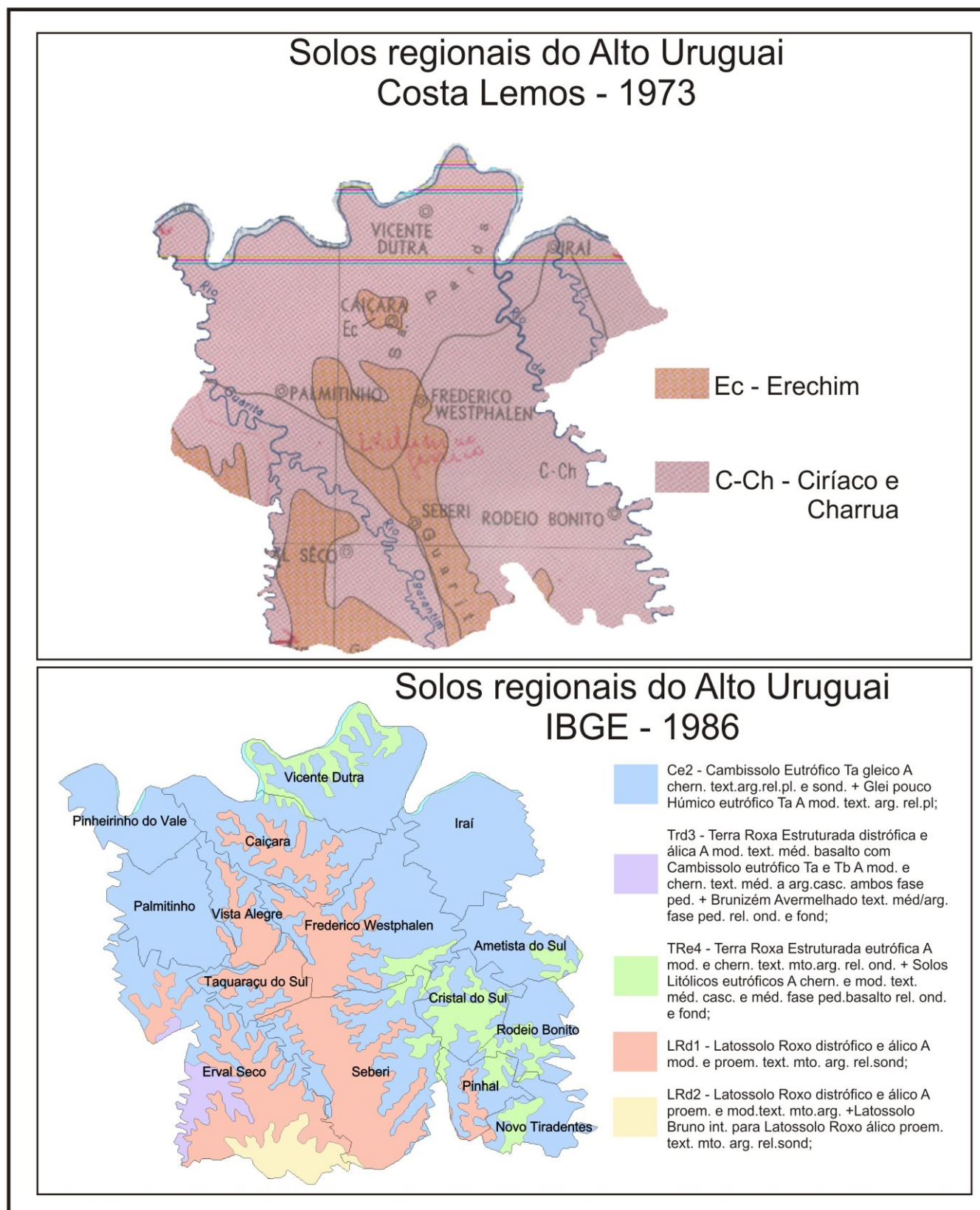
* Área indígena não está incluída

Tabela 15. Municípios, formas de relevo, e distribuição equivalente de suas áreas.

Municípios	Formas de relevo						Área	
	Pa	Po	Pi	Pe	Sr	Va	Km ²	%
F. Westphalen								
Km ²	-	53,98	17,81	71,35	97,63	24,12	264,9	11,96
%	-	20,38	6,72	26,94	36,86	9,11		
Vista Alegre								
Km ²	-	22,34	16,01	4,41	27,09	8,96	78,81	3,56
%	-	28,35	20,31	5,60	34,37	11,37		
P. do Vale								
Km ²	-	-	12,42	50,31	25,35	10,81	98,90	4,47
%	-	-	12,56	50,87	25,63	10,93		
Palmitinho								
Km ²	-	0,34	42,24	3,12	89,68	7,89	143,28	6,47
%	-	0,24	29,48	2,18	62,60	5,51		
Iraí								
Km ²	-	-	28,27	27,65	92,00	31,00	178,93	8,08
%	-	-	15,80	15,45	51,42	17,33		
Seberi								
Km ²	83,02	41,76	35,52	14,39	108,04	18,94	301,67	13,62
%	27,52	13,84	11,77	4,77	35,31	6,28		
Erval Seco								
Km ²	109,52	58,82	31,89	30,67	32,37	21,86	*285,13	12,88
%	30,13	16,18	8,77	8,44	8,91	6,02		
Vicente Dutra								
Km ²	-	-	22,25	39,31	71,86	52,70	186,12	8,40
%	-	-	11,95	21,12	38,61	28,32		
Caiçara								
Km ²	-	0,13	60,98	22,51	83,01	19,65	186,29	8,41
%	-	0,07	32,74	12,08	44,56	10,55		
Pinhal								
Km ²	1,05	7,56	10,74	1,55	27,63	18,91	67,44	3,05
%	1,56	11,21	15,93	2,30	40,97	28,04		
Rodeio Bonito								
Km ²	-	-	3,18	41,48	33,97	5,40	84,03	3,79
%	-	-	3,78	49,36	40,43	6,43		
N. Tiradentes								
Km ²	32,01	-	5,12	9,18	20,34	5,86	72,51	3,27
%	44,15	-	7,06	12,66	28,05	8,08		
Cristal do Sul								
Km ²	-	-	10,16	53,63	20,60	15,30	99,69	4,50
%	-	-	10,19	53,80	20,66	15,35		
Amet. do Sul								
Km ²	-	-	29,48	7,97	52,05	2,67	92,18	4,16
%	-	-	31,98	8,65	56,47	2,90		
Taq. Do Sul								
Km ²	-	47,77	-	2,74	21,57	2,65	74,74	3,37
%	-	63,92	-	3,67	28,86	3,55		
Total	225,61	232,7	326,07	380,27	803,19	246,72	2214,55	100
%	10,19	10,51	14,72	17,17	36,27	11,14	-	

* Área contabilizada sem a Reserva Indígena = 78,25 Km²

Fig 45: Mapas do IBGE (1986) e Costa Lemos, em BRASIL (1973)



Com isso, as terras podem ser classificadas conforme as Tabelas 14 e 15. Cabe salientar que os modelos propostos de classificação não produzem “unidades de classes” essencialmente equivalentes, o que pode levar a que ocorram erros ao se estabelecer equivalência entre unidades de capacidade de uso das terras em locais diferentes.

Conclusões

O estudo de solos de municípios do Alto Uruguai, ao nível de reconhecimento, situados na parte norte do Planalto RS, mais precisamente em torno de Frederico Westphalen, caracteriza partes de um planalto, desenvolvido por rochas basálticas de natureza alcalina. Estabelecidas em sucessivos estratos, através de fissuras que romperam à superfície em períodos do Jurássico e Cretáceo e extravasaram em sucessivas camadas, hoje estão em fase final de dissecação pelos processos erosivos naturais.

Estes restos de planalto são constituídos em sequência por bordas de chapadas, serras (ravinas) e espigões estreitos, elevados e degradados (600m), e vales.

As chapadas lisas do planalto antigo estão sendo removidas. Atualmente, pequenas chapadas são segmentadas parcialmente por depressões. Nelas, os vales são estreitos e constituem um sistema de drenagem antigo e raso, margeando o início dos espigões. Na borda dos espigões, os processos erosivos no seu conjunto foram muito atuantes, restando espigões estreitos, dissecados, serras com cortes profundos ao redor de vales estreitos e profundos. Essas formas muito dissecadas, no seu conjunto, formam um relevo forte ondulado a escarpado. Os vales entre as formas de relevo são profundos e extremamente semelhantes entre si. Na foz dos afluentes do rio Uruguai ou próximo, são aplainados e largos com deposições sedimentares quaternárias.

A vegetação, outrora de mata, composta pela formação Floresta Estacional Decidual Submontana, está praticamente extinta,

e as terras foram divididas em pequenas glebas constituindo lavouras familiares.

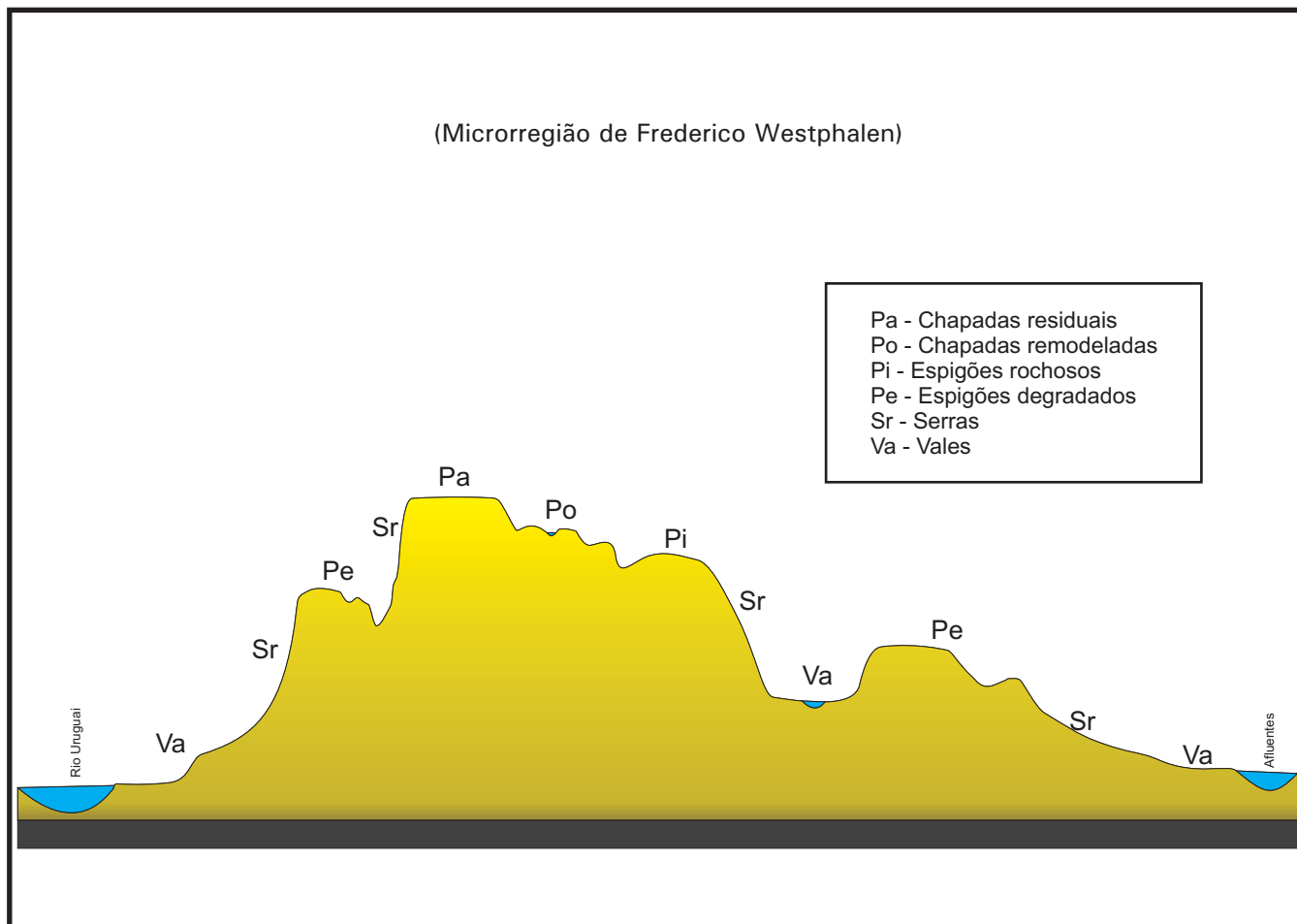
As terras estão cobertas por culturas sucessivas anuais de verão e inverno, com predominância de uma agricultura familiar. A vegetação nativa possui espécies ocasionais apenas em algumas propriedades, nas bordas dos lageados.

Os solos foram antes denominados de latossolos vermelhos, brunizém avermelhado e solos litólicos por Costa Lemos, em BRASIL (1973), e pouco mais detalhados por IBGE (1986) conforme se distribuíam no relevo. Com dados locais, constata-se que os intensivos processos erosivos naturais corroendo e, posteriormente, desagregando as superfícies, constituíram solos profundos nas chapadas (nitossolo vermelho distroférrico), rasos e muito férteis nas bordas dissecadas, nos espigões (neossolo litólico eutrófico), em espigões degradados (luvisolo crômico órtico), nas serras (neossolo litólico eutrófico) e nos vales (cambissolo flúvico ta eutrófico), associados a outros semelhantes.

Quanto ao uso agrícola, o sistema de classificação (capacidade de uso das terras), que se propunha a uma ordenação do controle da degradação das terras, na agricultura local já estabelecida, tem a finalidade apenas de caracterizar a alta potencialidade agrícola local, das terras situadas em chapadas (classes IIIse e IIse) e em vales (classe IVse), como próprias a cultivos anuais. Os vales, com maiores reservas de umidade no período de verão, além de comportarem as moradias dos agricultores, caracterizam terras muito férteis, que tem sido protegidas dos processos erosivos decorrentes do uso intensivo. Os espigões em fase de desagregação comportam pequenas superfícies com solos muito férteis, que têm sido usados intensamente.

Estes comportam pastagens cultivadas ou cultivos anuais ocasionais (classe VIse). As terras mais íngremes (serras) e espigões com vales íngremes, embora muito férteis, devem ser usadas parcialmente com a fruticultura e a floresta ainda existente (classe VIIse).

Fig 46: Secção transversal do relevo de municípios do Alto Uruguai, RS



Perfil esquemático: Henrique Couto

Agradecimentos

Leondres Duarte de Oliveira.

Henrique da Silva Couto.

Referências

- BRASIL. Ministerio da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuaria. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 431p. (BRASIL. Ministerio da Agricultura-DNPEA-DPP. Boletim Técnico, 30). Acompanha mapa color., escala 1:750.000 / Redação: Raimundo Costa de Lemos, coord., Miguel Angelo D. Azolim, Paulo Ubirajara R. Abrao, Milton C. Lopes dos Santos.
- DEDECEK, R. A. **Características físicas e fator de erodibilidade de oxisols do Rio Grande do Sul. I. Unidade Erechim, Passo Fundo e Santo Ângelo**. Porto Alegre: UFRGS, 1974. 132 p.
- DENARDIN, J. E. ; RAMOS, P C ; WÜNSCHE, W A . Determinação do fator comprimento de rampa de um Latossolo Vermelho Escuro Álico (Unidade de Mapeamento Passo Fundo) . In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2., 1978, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo : Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, 1978. p. 219-231.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos e análises de solos**. Rio de Janeiro, 1979. Não paginado.
- FONTANELI, R. S.; DENARDIN, J. E.; FAGANELLO, A.; SATTLER, A.; RODRIGUES, O. **Manejo de aveia preta como cultura de cobertura de solo no sistema plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1997. 18 p. (Embrapa Trigo Boletim Técnico, 2)
- HOLZ, M. **Do mar ao deserto: a evolução do Rio Grande do Sul no tempo geológico**. Porto Alegre: Ed.da Universidade/UFRGS, 1999. 142 p.
- IBGE. Folha SH. 22 Porto Alegre e parte das folhas SH. 21 Uruguaiana e SI. 22
- Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1986. 796 p. 6 mapas. (Levantamento de Recursos Naturais, 33).
- KLAMT, E. **Morfologia, gênese e classificação de alguns solos no município de Ibiruba, e regiões onde ocorrem**. 1969. 94 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- LEINZ, V.; AMARAL, S. E. do. **Geologia geral**. 6. ed. São Paulo: Nacional, 1975. 360 p.
- LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI, JUNIOR. R.; BERTOLINI, D.; ESPINDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: SBCS, 1983. 175 p.
- LIM, C. H.; JACKSON, M. L. Dissolution for total elemental analysis. In: PAGE, A. L. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy, 1986. Part 2, p. 1-12.
- NORA, PIGOZZO, T. G. B. **Novo Tiradentes – uma história**. Passo Fundo, Ed. da Universidade de Passo Fundo, 2007.
- OLIVEIRA, V. **Formas de potássio em 21 solos do Rio Grande do Sul e sua capacidade de suprir potássio as plantas**. 1970. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPq, 1995. 65 p.
- RAMBO, Balduino, S. J. **A fisionomia do Rio Grande do Sul: ensaio de monografia natural**. 3. ed. São Leopoldo: ed. da Unisinos, 1994. 473 p.
- ROISENBERG, A.; VIERO, A. P. O Vulcanismo Mesozóico da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul. In: HOLZ, M.; DE ROS, L.F. (Ed.). **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CIG/UFRGS, 2000. p. 355-374.

ROSA, A. D. **Práticas mecânicas e culturais na recuperação de características físicas de solos degradados pelo cultivo - solo Santo Ângelo - (Latossolo Roxo Distrófico)**. Porto Alegre: UFRGS, 1981. 23 p.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SANTOS, H. G. dos, et. al. **Propostas de revisão e atualização do sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 56 p. (Embrapa Solos. Documentos, 53).

STRECK, E. U.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C. do; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER-RS: UFRGS, 2002. 107 p.

TEDESCO, M, J.; VOLKWEISS, S, J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1985. 188 p. (UFRGS. Boletim técnico, 5).

USA. Department of Agriculture. Soil Survey Staff. **Keys to soil taxonomy**. 7. ed. Washington: Natural Resources Conservation Service, 1996. 644 p.

**Circular
Técnica, 88**

*Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento*

**GOVERNO
FEDERAL**

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392, Km 78, Caixa Postal 403
Pelotas, RS - CEP 96001-970

Fone: (0xx53) 3275-8100

Fax: (0xx53) 3275-8221

E-mail: www.cpact.embrapa.br
sac@cpact.embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2009) 50 Exemplares

**Comitê de
publicações**

Presidente: Ariano Martins de Magalhães Júnior

Secretária- Executiva: Joseane Mary Lopes Garcia

Membros: José Carlos Leite Reis, Ana Paula Schneid
Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio Suita de Castro,
Flávio Luiz Carpena Carvalho, Christiane Rodrigues
Congro Bertoldi e Regina das Graças Vasconcelos dos
Santos

Expediente

Supervisor editorial: Antônio Luiz Oliveira Heberlê

Revisão de texto: Marcos de Oliveira Treptow

Editoração eletrônica: Bárbara Neves de Britto